

ADELINE GISELE TEIXEIRA DA SILVA

AVALIAÇÃO DO EFEITO DA EXPOSIÇÃO À LUZ  
NATURAL NO INÍCIO DA MANHÃ SOBRE O CICLO  
VIGÍLIA/SONO, A SONOLÊNCIA DIURNA E O  
DESEMPENHO PSICOMOTOR DE ADOLESCENTES

CURITIBA

2008

ADELINE GISELE TEIXEIRA DA SILVA

AVALIAÇÃO DO EFEITO DA EXPOSIÇÃO À LUZ  
NATURAL NO INÍCIO DA MANHÃ SOBRE O CICLO  
VIGÍLIA/SONO, A SONOLÊNCIA DIURNA E O  
DESEMPENHO PSICOMOTOR DE ADOLESCENTES

Dissertação apresentada ao Curso de  
Pós-Graduação em Biologia Celular e  
Molecular do Setor de Ciências  
Biológicas da Universidade Federal do  
Paraná, como requisito parcial para a  
obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Mazzilli  
Louzada.

Área de concentração: Fisiologia.

CURITIBA

2008

## DEDICATÓRIA

A minha mãe por ser a mulher admirável que é, por ter acreditado no meu trabalho e, assim, ter sempre uma palavra de incentivo, de carinho, de compreensão e de amor de mãe que, apesar da distância, esteve sempre tão presente na minha vida.

Obrigada por tudo!

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, o Prof. Dr. Fernando M. Louzada, não só pela inestimável contribuição para minha formação profissional, mais especificamente na área da Cronobiologia, como excelente professor que é; mas também por ter contribuído para minha formação como educadora e, acima de tudo, como pessoa, pela sua preocupação social e pelo seu caráter exemplar.

Aos adolescentes, aos professores e à direção da Escola Jayme Canet, cujas colaborações foram fundamentais para a realização deste trabalho de pesquisa.

Aos amigos do laboratório sempre contribuindo de alguma forma para a conclusão deste estudo, especialmente ao Felipe Beijamini que mostrou ser um grande amigo e ao Bruno, de poucas, mas sábias palavras!

Aos meus grandes amigos que compreenderam meu distanciamento nestes últimos tempos, mas que estiveram sempre por perto e dispostos a me ajudar, acalmar, incentivar e alegrar. São, felizmente, muitos! Amigos distantes, de infância, de Iguape, da Graduação, da Galera Super do Bem. Mas cabe ressaltar, respectivamente: Manuela, Leyna, Wannessa, Michelle, Allan, Felipe, Giorgi e Nirto, os quais foram os mais requisitados a me acudir nas mais variadas situações.

A querida amiga Flávia, cuja amizade me trouxe muitas alegrias e que tanto me ajudou especialmente com suas palavras de incentivo e conforto.

A minha família que tanto me ajuda, apóia, incentiva, compreende e acolhe desde sempre e incondicionalmente. O seu amor foi essencial na minha formação e na conclusão deste trabalho. Apenas palavras não seriam suficientes para agradecer por confiarem, por acreditarem em e por tudo que fizeram e fazem por mim.

Ao apoio financeiro da Fundação Araucária.

À Universidade Federal do Paraná e aos seus funcionários.

Sou muito grata por conseguir realizar mais um objetivo da minha vida com a participação de todos vocês!

"A verdadeira viagem da descoberta consiste não em buscar novas paisagens,  
mas em ter olhos novos."

Marcel Proust

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - ETAPAS DO ESTUDO.....	22
QUADRO 2 - CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA DOS ADOLESCENTES.....	37
QUADRO 3 - LUMINOSIDADE REGISTRADA NO INÍCIO DA MANHÃ.....	38
QUADRO 4 - LUMINOSIDADE REGISTRADA ANTES E APÓS A INTERVENÇÃO.....	39
QUADRO 5 - HORÁRIOS DE NASCER E DE OCASO DO SOL EM CURITIBA, PR, BRASIL.....	40

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - IDADE MÉDIA DOS ADOLESCENTES.....	32
TABELA 2 - MÉDIA DA SONOLÊNCIA SUBJETIVA NOS DOIS MOMENTOS.....	56
TABELA 3 - MÉDIA DOS TEMPOS DE REAÇÃO (TRs) NOS DOIS MOMENTOS.....	57
TABELA 4 - MÉDIA DE ANTECIPAÇÕES NOS DOIS MOMENTOS.....	57
TABELA 5 - MÉDIA DE LAPSOS NOS DOIS MOMENTOS.....	58

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MEIO DE LOCOMOÇÃO UTILIZADO PELOS ADOLESCENTES PARA IR E VOLTAR DA ESCOLA.....	33
FIGURA 2 - TEMPO DESPENDIDO NO DESLOCAMENTO DE CASA ATÉ A ESCOLA.....	33
FIGURA 3 - PRESENÇA DE INSTRUMENTOS DE MÍDIA (TELEVISÃO E <i>INTERNET</i> ) NO COTIDIANO DOS ADOLESCENTES DO GRUPO CONTROLE.....	34
FIGURA 4 - PRESENÇA DE INSTRUMENTOS DE MÍDIA (TELEVISÃO E <i>INTERNET</i> ) NO COTIDIANO DOS ADOLESCENTES DO GRUPO EXPERIMENTAL.....	34

FIGURA 5 - NÚMERO DE ADOLESCENTES DO GRUPO CONTROLE QUE SE SENTIAM SONOLENTOS NA ESCOLA E QUE APRESENTAVAM DIFICULDADE PARA DORMIR.....	35
FIGURA 6 - NÚMERO DE ADOLESCENTES DO GRUPO EXPERIMENTAL QUE SE SENTIAM SONOLENTOS NA ESCOLA E QUE APRESENTAVAM DIFICULDADE PARA DORMIR.....	35
FIGURA 7 - MODO DE DESPERTAR NOS DIAS LETIVOS RELATADO PELOS ADOLESCENTES.....	36
FIGURA 8 - MODO DE DESPERTAR NOS FINAIS DE SEMANA RELATADO PELOS ADOLESCENTES.....	36
FIGURA 9 - HORÁRIO DE DORMIR DURANTE A SEMANA.....	41
FIGURA 10 - HORÁRIO DE DORMIR NOS DIAS LETIVOS.....	42
FIGURA 11 - HORÁRIO DE DORMIR NO FINAL DE SEMANA.....	43
FIGURA 12 - HORÁRIO DE ACORDAR DURANTE A SEMANA.....	44
FIGURA 13 - HORÁRIO DE ACORDAR NOS DIAS LETIVOS .....	45
FIGURA 14 - HORÁRIO DE ACORDAR NO FINAL DE SEMANA.....	46
FIGURA 15 - TEMPO NA CAMA DURANTE A SEMANA.....	47
FIGURA 16 - TEMPO NA CAMA NOS DIAS LETIVOS.....	48
FIGURA 17 - TEMPO NA CAMA NO FINAL DE SEMANA.....	49
FIGURA 18 - MODO DE DESPERTAR.....	50
FIGURA 19 - SONOLÊNCIA SUBJETIVA NO PRIMEIRO MOMENTO.....	51
FIGURA 20 - SONOLÊNCIA SUBJETIVA NO SEGUNDO MOMENTO.....	52
FIGURA 21 - MÉDIA DOS TEMPOS DE REAÇÃO (TRs) NO PRIMEIRO MOMENTO.....	53
FIGURA 22 - MÉDIA DOS TEMPOS DE REAÇÃO (TRs) NO SEGUNDO MOMENTO.....	54
FIGURA 23 - MÉDIA DAS ANTECIPAÇÕES NO PRIMEIRO MOMENTO.....	55
FIGURA 24 - MÉDIA DE ANTECIPAÇÕES NO SEGUNDO MOMENTO.....	56
FIGURA 25 - MÉDIA DOS LAPSOS NO PRIMEIRO MOMENTO.....	57
FIGURA 26 - MÉDIA DOS LAPSOS NO SEGUNDO MOMENTO.....	58

## LISTA DE SIGLAS

AAT – *Alpha attenuation test* (teste de atenuação alfa)

C – Controle

C/E – claro/escuro

CVS – Ciclo vigília/sono

DVD – Disco versátil digital

E – Experimental

EEG – Eletroencefalograma

EUA – Estados Unidos da América

FS – *False start*

ICB-USP – Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo

KSS – *Karolinska sleepiness scale* (escala de sonolência de Karolinska)

LCD – *Liquid crystal display* (visor de cristal líquido)

NSQ – Núcleo supra-quiasmático

Palm®PVT – Teste de vigilância psicomotora instalado em computador de mão

PVT – Teste de vigilância psicomotora

REM – *Rapid eyes movement*

SED – Sonolência excessiva diurna

SSS – *Stanford sleepiness scale* (escala de sonolência de Stanford)

SOL – Sono de ondas lentas

TMLS – Teste Múltiplo de Latência do Sono

TR – Tempo de reação

VAS – *Visual analogue scale* (escala analógica visual)



## RESUMO

O ciclo claro/escuro é o mais potente sincronizador circadiano para a espécie humana. Alterações nos estímulos fóticos são capazes de promover modificações na expressão dos ritmos biológicos. A exposição à luz natural no início da manhã pode promover um avanço de fase nos ritmos circadianos. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito da exposição à luz solar nas primeiras horas da manhã no início do ano letivo sobre o ciclo vigília/sono (CVS), a sonolência diurna e o desempenho psicomotor de adolescentes. O presente estudo foi realizado com estudantes do turno matutino de uma escola pública da cidade de Curitiba - PR. Para isso, foram formados dois grupos: o experimental, com 15 adolescentes que assistiram à primeira aula sob luminosidade de 981,6 lx, em média, medida com o sensor de luminosidade de punho, com duração de 50 minutos, ao ar livre durante a semana de intervenção, de segunda a sexta-feira, com o objetivo de aumentar a exposição à luz; e o controle, com 13 adolescentes que continuaram a assistir aula dentro da sala expostos a 109,5 lx, em média. Os adolescentes foram avaliados em três etapas: antes, imediatamente após e 12 semanas após a intervenção. Em cada etapa, os dados do CVS foram coletados através do diário de sono durante uma semana; a avaliação subjetiva da sonolência, feita através da Escala de sonolência de Karolinska (KSS) e a avaliação do desempenho psicomotor, através do Teste de Vigilância Psicomotora (PVT), foram realizadas de segunda a sexta-feira, às 8h e às 11h. Os resultados mostraram que a exposição à luz pela manhã não promoveu avanço de fase no CVS, não diminuiu a sonolência diurna e não melhorou o desempenho psicomotor dos adolescentes. O aumento da exposição luminosa no grupo experimental não foi suficiente para promover um ajuste aos horários escolares maior do que o observado no grupo controle, provavelmente devido ao fato de ambos os grupos terem sido expostos à luz natural antes do início das aulas. Este resultado sugere que o aumento da estimulação luminosa pela manhã nas condições climáticas do estudo não acelera o ajuste aos horários escolares e não seria uma alternativa para diminuir a privação de sono dos estudantes do turno matutino.

## ABSTRACT

The light/dark cycle is the most powerful circadian synchronizer for the human sort. Alterations in photic stimuli can promote modifications in biological rhythms expression. Exposition to natural light in early morning can promote a circadian rhythms phase advance. The aim of this project was to evaluate the effect of natural light exposure in the first hours of the morning in adolescents in the beginning of the school year upon sleep/wake cycle (SWC), diurnal sleepiness and psychomotor performance. The present study was carried out with morning shift students of a public school in Curitiba-PR. Two groups were formed: the experimental group, with 15 adolescents that attended the first class, with 50 minutes of duration, under natural sun light (981,6 lx on average, measured by wrist light sensor), from Monday to Friday, under; and the control group, with 13 adolescents that attended classes in their classroom (109,5 lx, on average). The adolescents were evaluated during three phases: before, immediately after and 12 weeks after intervention. In each phase, SWC data were collected by means sleep logs during a week; the subjective sleepiness evaluation was made through the Karolinska Sleepiness Scale (KSS) and the psychomotor performance was evaluated by means the Psychomotor Vigilance Task (PVT). These evaluations were carried out from Monday to Friday, at 8h and 11h. The results showed that morning light exposure did not promote SWC phase advance, did not reduce diurnal sleepiness and did not improve psychomotor performance on adolescents. The increase of light exposure in experimental group was not sufficient to promote a bigger school schedules adjustment than that observed in the control group, probably due to the fact of both groups were exposed to natural light before the school starting time. Results suggest that increase of light exposure in the morning in the climatic conditions of the study does not accelerate the adjustment to school schedules and would not be an alternative for reducing the deprivation of sleep of morning shift students.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>i</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>i</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>i</b>
<b>LISTA DE SIGLAS.....</b>	<b>iii</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>v</b>
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 O CICLO VIGÍLIA/SONO E A ADOLESCÊNCIA .....	1
1.2 IMPLICAÇÕES DA PRIVAÇÃO DE SONO .....	2
1.3 MECANISMOS REGULADORES DO CVS .....	8
1.4 MEDIDAS SUBJETIVAS E OBJETIVAS DA PRIVAÇÃO DE SONO .....	12
1.5 INTERVENÇÕES.....	14
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>20</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
<b>3 COLETA DE DADOS.....</b>	<b>21</b>
3.1 SUJEITOS .....	21
3.2 ETAPAS DO ESTUDO .....	22
3.2.1 Apresentação do estudo à comunidade escolar .....	23
3.2.2 Etapa 1: Pré-intervenção.....	23
3.2.3 Intervenção .....	24
3.2.4 Etapa 2: Após a intervenção .....	25
3.2.5 Etapa 3: 12 semanas após a intervenção .....	25
3.3 INSTRUMENTOS .....	25
3.3.1 Questionário sobre hábitos de sono.....	26
3.3.2 Critério de Classificação Econômica Brasil .....	26
3.3.3 Actímetros com luxímetro.....	26

3.3.4 Luxímetro .....	27
3.3.5 Diário de sono .....	28
3.3.6 Teste de Vigilância Psicomotora (Palm®PVT) .....	28
3.3.7 Escala de sonolência de Karolinska (KSS) .....	29
3.4 FOTOPERÍODO .....	30
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	31
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
4.1 IDADE MÉDIA.....	32
4.2 DADOS DEMOGRÁFICOS .....	32
4.3 CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA .....	37
4.4 DADOS DE LUMINOSIDADE .....	38
4.4.1 Na escola .....	38
4.4.1.1 Durante a intervenção .....	38
4.4.1.2 Antes e após a intervenção .....	39
4.4.2 Fotoperíodo.....	39
4.5 O CICLO VIGÍLIA-SONO .....	40
4.5.1 Horário de dormir .....	41
4.5.1.1 Horário de dormir durante a semana .....	41
4.5.1.2 Horário de dormir nos dias letivos .....	41
4.5.1.3 Horário de dormir no final de semana.....	42
4.5.2 Horário de acordar .....	43
4.5.2.1 Horário de acordar durante a semana .....	43
4.5.2.2 Horário de acordar nos dias letivos .....	44
4.5.2.3 Horário de acordar no final de semana.....	45
4.5.3 Tempo na cama .....	46
4.5.3.1 Tempo na cama durante a semana .....	46
4.5.3.2 Tempo na cama nos dias letivos .....	47
4.5.3.3 Tempo na cama no final de semana.....	48
4.6 MODO DE DESPERTAR AUTO-RELATADO PELOS ADOLESCENTES .....	49
4.7 A SONOLÊNCIA SUBJETIVA .....	50
4.7.1 Sonolência subjetiva no primeiro momento.....	50

4.7.2 Sonolência subjetiva no segundo momento .....	51
<b>4.8 O DESEMPENHO PSICOMOTOR.....</b>	<b>52</b>
4.8.1 Média dos tempos de reação (TRs) .....	52
4.8.1.1 Média dos TRs no primeiro momento.....	52
4.8.1.2 Média dos TRs no segundo momento .....	53
4.8.2 Média das antecipações.....	54
4.8.2.1 Médias das antecipações no primeiro momento.....	54
4.8.2.2 Médias das antecipações no segundo momento.....	55
4.8.3 Média dos lapsos .....	56
4.8.3.1 Média dos lapsos no primeiro momento .....	56
4.8.3.2 Média dos lapsos no segundo momento .....	57
<b>4.9 INFLUÊNCIA DO HORÁRIO NA SONOLÊNCIA SUBJETIVA E NO DESEMPENHO PSICOMOTOR .....</b>	<b>58</b>
4.9.1 Sonolência subjetiva .....	58
4.9.2 Média dos tempos de reação .....	59
4.9.3 Média das antecipações.....	60
4.9.4 Média dos lapsos .....	60
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>61</b>
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>71</b>
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>72</b>
<b>8 APÊNDICES .....</b>	<b>85</b>
<b>9 ANEXOS .....</b>	<b>87</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 O CICLO VIGÍLIA/SONO E A ADOLESCÊNCIA

O ciclo vigília-sono (CVS) é um ritmo biológico caracterizado pela alternância de dois estados funcionais distintos, o sono e a vigília. O processo de alternância desses estados é altamente plástico e pode apresentar variações ontogenéticas, individuais e culturais. As mudanças ontogenéticas do CVS fazem parte do processo de maturação da espécie humana apresentando certo padrão, embora haja variações individuais ao longo do desenvolvimento (LOUZADA et al., 1996). Essas alterações ontogenéticas no padrão do CVS se devem às variações da distribuição dos episódios de sono durante o dia, aos horários de início e de término e à duração total de sono. Considerando as distribuições dos episódios de sono e vigília em 24 horas, pode-se dizer que a espécie humana é diurna por preferir realizar atividades durante o dia e repousar à noite.

Durante as primeiras semanas de vida, a criança apresenta um padrão de sono polifásico, ou seja, os episódios de sono e de vigília distribuem-se alternadamente ao longo do dia e da noite. À medida que a criança cresce, os episódios de sono passam a ocorrer com maior frequência durante a noite, embora, em algumas sociedades, um curto tempo de sono permaneça durante o dia até a idade adulta: a sesta. O momento a partir do qual a criança deixa de ter um padrão de sono polifásico para ser somente monofásico é muito variável (LOUZADA et al., 1996). Quando este último padrão é alcançado, tanto o horário de dormir quanto o de acordar passam a ser estáveis e espontâneos. Por exemplo, em crianças com idade entre sete e nove anos, a duração de sono e os horários de dormir e acordar nos dias letivos e nos finais de semana são bastante similares (CARSKADON et al., 1993; LABERGE et al., 2001). Já por volta dos onze ou doze anos ocorre uma transição da infância para a puberdade e essa fase de maturação exerce influência sobre a preferência pelos horários de dormir e de acordar na adolescência (ANDRADE et al., 1993; CARSKADON et al., 1993).

O padrão do CVS na adolescência tem sido foco de interesse nas duas últimas décadas, principalmente com o objetivo de descrever os mecanismos relacionados às alterações que ocorrem durante esta etapa do desenvolvimento (WHITE et al., 1980; LEVY et al., 1986; MACGREGOR & BALDING, 1988; CARSKADON, 1990; ANDRADE

et al., 1997; GIANNOTTI et al., 1997). Essas alterações têm sido bem documentadas e estão associadas a uma tendência de os adolescentes ficarem acordados e de dormirem até mais tarde quando comparados a crianças pré-púberes (DAHL & CARSKADON, 1995). O atraso de fase descrito estaria relacionado tanto a uma tendência normal do desenvolvimento humano quanto a um aumento das pressões sociais (CORTESI et al., 2004).

Trabalhos publicados na década passada mostraram que os adolescentes requerem, ao menos, 8,5 horas de sono por dia (GAU & SOONG, 1995; CARSKADON et al., 1998). Entretanto, Chen e equipe (2006) demonstraram recentemente que adolescentes jovens e mais velhos dormem menos do que o requerido, pois seu tempo médio de sono habitual por noite é de 7 e 8 horas, respectivamente.

Sabe-se que, na adolescência, o horário de dormir é variável (PILCHER & OTTO et al., 1998) e há uma notável diferença entre os dias letivos e os finais de semana (JEWETT et al., 1999). Nos dias letivos, ocorre uma redução da duração de sono decorrente de uma tendência a dormir mais tarde e uma necessidade de acordar mais cedo; e de apresentar uma duração de sono maior nos finais de semana, quando o atraso de fase do sono é mais evidente (PETTA et al., 1984; THORPY et al., 1988; WOLFSON & CARSKADON, 1998; JEAN-LOUIS et al., 2000; MANTZ et al., 2000; ROENNEBERG et al., 2005). Esse é o chamado padrão restrição/extensão (efeito “rebote”) de sono e indica uma privação parcial do mesmo sugerindo que haja uma tentativa de compensar, nos finais de semana, o débito de sono que ocorre ao longo da semana (WOLFSON & CARSKADON, 1996; JEAN-LOUIS et al., 2000; MANTZ et al., 2000). Dessa forma, não é surpreendente que os adolescentes encontrem bastante dificuldade em adormecer suficientemente cedo para ter uma noite de sono adequada antes de enfrentar uma manhã de estudo (CARSKADON et al., 1993).

## **1.2 IMPLICAÇÕES DA PRIVAÇÃO DE SONO**

Ao longo do ano letivo, a preferência por horários de dormir mais tardios durante a semana persiste mesmo que os horários escolares limitem o horário de acordar no dia seguinte ou que haja maior controle dos pais sobre os horários de dormir (LABERGE et

al., 2001), como mostrado em estudos realizados em diversos países (CARSKADON & DAVIS, 1989; ANDRADE et al., 1993; VALDEZ et al., 1996; REID et al., 2002; CARSKADON et al., 2004). Esses estudos relataram um tempo total de sono insuficiente durante a puberdade devido aos horários escolares que antecipam o horário de acordar e à demanda acadêmica mantendo-nos acordados até mais tarde. Na Coréia, assim como em outras culturas, esses seriam os fatores externos que mais afetam os padrões de sono dos adolescentes. Uma alta proporção dos adolescentes relatou sonolência excessiva diurna (SED) e que adormeceu durante as aulas, queixas essas que aumentaram com o grau de escolaridade (GAU & SOONG, 1995; YANG et al., 2005). Como o horário de início das aulas do turno matutino se adianta a cada série mais avançada, os adolescentes estariam “queimando a vela pelas duas pontas” do seu tempo destinado a dormir, resultando em profunda privação de sono (YANG et al., 2005).

A consequência mais estudada da insuficiência de sono é a sonolência. Esta pode ser considerada um estado de transição entre a vigília e o sono (PIVIK, 1991). Em geral, estados de transição, como a sonolência, são de difícil caracterização. No caso da sonolência, esta pode ser considerada uma tendência normal em adormecer ou uma probabilidade aumentada para dormir, sendo consequência fisiológica da privação do sono (CULEBRAS, 1996; BASSETTI & GUGGER, 2000). Embora se associe diretamente a sonolência ao débito de sono, há diversos fatores associados a este último: higiene de sono precária, distúrbios e atraso de fase do sono, demanda social, depressão, distúrbio de déficit de atenção (GAU & SOONG, 1995; GIBSON et al., 2006) e a jornada de trabalho (TEIXEIRA et al., 2006).

A sonolência diurna ocorre, geralmente, no início da manhã e da tarde e seu aumento, ou seja, quando excessiva (SED), é considerada de grande importância na saúde pública não só como fator de risco para acidentes, mas também em problemas interpessoais, no impacto na eficiência de trabalho, com conseqüente diminuição da produtividade, e na qualidade de vida (JOHNS & HOCKING, 1997; JOHNSON et al., 1999; SOUZA & GUIMARÃES, 1999; VGONTZAS & KALES, 1999; TEIXEIRA et al., 2004a; TEIXEIRA et al., 2006).



Uma meta-análise de 56 estudos revelou que a privação de sono pode gerar uma queda significativa no desempenho humano (PILCHER & HUFFCUTT, 1996), no desempenho acadêmico dos adolescentes, aumento drástico na sonolência diurna (LINK & ANCOLI-ISRAEL, 1995; SHIN et al., 2003), detrimento da acuidade mental e comprometimento do crescimento normal (SAMKOVA et al., 1997; CARSKADON et al., 2001; CORTESI et al., 2004; CHEN et al., 2006). Com relação ao desempenho dos adolescentes, não só as atividades curriculares seriam prejudicadas, mas também as extracurriculares (TEIXEIRA et al., 2004b; GIBSON et al., 2006).

Como abordado nos parágrafos anteriores, a importância do sono para evitar a sonolência diurna e, conseqüentemente, melhorar o desempenho escolar e a produtividade no trabalho é bem conhecida. Entretanto, o sono assume um outro papel, atuando no mecanismo de consolidação da memória, ou seja, do aprendizado.

De uma forma geral, pode-se dizer que tanto o sono paradoxal (REM) como o de ondas lentas (SOL) são necessários para o aprendizado e a memória (STICKGOLD et al., 2002). O sono REM tem um papel fundamental na consolidação da memória processual em humanos enquanto o sono rico em ondas lentas parece facilitar a consolidação da memória declarativa (BORN & GAIS, 2003). Assim, pode-se dizer que, baseado em dados eletrofisiológicos e moleculares, o SOL e o REM têm papéis diferentes e complementares na consolidação da memória (RIBEIRO & NICOLELIS, 2004). Portanto, para uma consolidação eficiente, deve haver um tempo mínimo adequado de sono REM e SOL por noite e deve-se evitar a privação ou a fragmentação de sono.

Há duas maneiras de provocar o débito de sono: pode ser devido a um evento pontual de privação de sono, como apenas uma noite sem dormir; ou por perda de sono gradual e cumulativa, como em noites sucessivas de restrição moderada de sono (CARSKADON, 1990; DAHL, 1996). Independentemente da modalidade causal, foi constatada, como conseqüências do débito, funções cognitivas altamente prejudicadas: a criatividade verbal e pensamento abstrato em crianças que dormiram apenas cinco horas de sono por dia, quando comparadas com as que dormiram onze horas (RANDAZZO et al., 1998). Com essa mesma privação, foi verificado prejuízo no desempenho neurocomportamental, como cognição e coordenação, por exemplo

(MINDELL et al., 1999; SADEH et al., 2003). No entanto, mesmo com restrições crônicas mais moderadas (VAN DONGEN et al., 2003) já parece haver sérios prejuízos nas funções neurocomportamentais em adultos saudáveis. Esses sintomas são cumulativos ao longo do tempo e parecem ser universais entre os adolescentes (CARSKADON, 1990; DAHL & CARSKADON 1995; YANG et al., 2005; KAIDA et al., 2006a).

Como já abordado anteriormente, dentre os fatores responsáveis pela privação de sono em crianças e adolescentes, os horários escolares são considerados de grande importância e devem ser motivo de preocupação por parte de pais e educadores.

Carskadon e equipe (1998) acompanharam 40 estudantes cujos horários de início das aulas pela manhã adiantar-se-iam de 8h25min (Ensino Fundamental) para 7h20min (Ensino Médio) para verificar possíveis alterações no seu padrão de sono. Um início de aula mais cedo foi associado com privação de sono e sonolência diurna, pois os estudantes se deitavam mais tarde e acordavam mais cedo limitados pelo horário escolar e, conseqüentemente, dormiam menos.

Estudos têm demonstrado que um melhor desempenho acadêmico em estudantes escolares e universitários (TROCKEL et al., 2000) estaria relacionado com hábitos de sono mais saudáveis e mais regulares. Como exemplos são listados: menor latência de sono, poucos despertares noturnos, horários de levantar mais tardios nos dias letivos e horários de levantar mais cedo nos finais de semana (GRAY & WATSON, 2002) e maior duração de sono (WOLFSON & CARSKADON, 1998). Pilcher e equipe (1997) e Epstein e outros pesquisadores (1998) apontaram ainda que, não o tempo na cama, mas a qualidade de sono e o “sentir-se” descansado na escola (indicando uma boa noite de sono) estão altamente associados com um bom aproveitamento escolar e a uma maior motivação em crianças que não apresentaram dificuldades em levantar. A partir dessas associações, foi proposto que, para cada hora de atraso no horário de dormir relatado durante a semana, as notas previstas poderiam decair de 0,13 numa escala de 0-4, sugerindo que este atraso diminuiria a habilidade de recuperar conteúdo complexo aprendido na aula anterior (OTTO et al., 1996).

Vários estudos têm demonstrado que o sono inadequado também pode gerar repercussões comportamentais e psicossociais indesejáveis. Ademais, de acordo com Dahl (1996), de um sono inadequado resultam menor tolerância em conter sentimentos afetivos negativos, impulsos e emoções, como irritabilidade e fácil frustração; comportamentos agressivos e delinquentes; e problemas sociais. Pesquisas recentes apontaram que os sintomas supracitados são semelhantes aos do distúrbio de hiperatividade e déficit de atenção (ARONEN et al., 2000; PATTEN et al., 2000; GIBSON et al., 2006). Outras conseqüências relacionadas ao aspecto comportamental seriam lapsos de atenção, perda de empatia, redução da motivação, problemas comportamentais e de humor (HUGHES & ROGERS, 2004) e, até mesmo, maiores riscos de acidentes graves e vulnerabilidade aumentada ao uso de substâncias psicoativas (CASAGRANDE et al., 1997; JEWETT et al., 1999; ROTH & ANCOLI-ISRAEL, 1999; ARAKAWA et al., 2001; SHIN et al., 2003; WOLFSON & CARSKADON, 2003). Com o intuito de reduzir a sonolência diurna e os seus efeitos prejudiciais, alguns adolescentes consomem substâncias psicoativas com mais freqüência, como cafeína ou substâncias contendo cafeína ou tabaco (ROSENTHAL et al., 1991; GIANNOTTI et al., 2002).

De certa forma, os estudantes podem prejudicar seu próprio desempenho acadêmico ao escolher horários menos adequados para se privarem de sono, como previamente a exames ou trabalhos escolares, por exemplo (PILCHER et al., 1997). Por outro lado, um decréscimo na função neurocognitiva pode facilmente ser revertido adotando hábitos de sono saudáveis, como horários regulares de dormir e de acordar, evitando despertares forçados em horários biologicamente inadequados, restrições de sono, consumo de substâncias psicoativas, entre outros (CURCIO et al., 2005).

Com base nessas informações, pode-se dizer que a privação parcial de sono, apesar de não ser a única responsável pela redução do desempenho escolar de adolescentes, poderia, ao menos, explicar parte dessa redução em uma parcela dos alunos.

O atraso de fase verificado desde o final da infância prolongar-se-ia até por volta dos 20 anos de idade, patamar que representaria um marcador biológico do final da

adolescência. A partir dessa idade, os ritmos biológicos adiantar-se-iam novamente (ROENNEBERG et al., 2005).

Pode-se dizer que uma progressiva mudança na preferência, partindo de horários de dormir ou acordar pouco para bastante tardios, poderia explicar o fato de haver um maior número de indivíduos relativamente mais vespertinos dentre os sujeitos adolescentes (CARSKADON & DAVIS, 1989). Adolescentes de cronotipo vespertino seriam aqueles que apresentariam uma tendência ao atraso de fase mais acentuada. Essa relação entre idade e cronotipo vespertino seria mais um indicador de que o CVS nessa fase tende a se atrasar em relação ao de crianças.

O atraso de fase dos ritmos biológicos na adolescência era tradicionalmente atribuído a fatores psicossociais como: maiores autonomia e demanda escolar, mais oportunidades de interações sociais à noite e emprego concomitante à escola. Entretanto, descobertas da década passada sugerem que o atraso seria característico do calendário maturacional da espécie humana (ANDRADE et al., 1993; CARSKADON et al., 1993). Os fatores sociais, aparentemente, não antecipariam o surgimento do fenômeno de atraso de fase na adolescência, mas poderiam ser sinérgicos com os fatores biológicos na indução do atraso (GIANNOTTI et al., 2002).

Hoje em dia, tem-se chegado a um consenso de que, apesar da atuação de um componente biológico nas modificações do CVS em adolescentes, possivelmente aliado a estímulos fóticos, existem diversos fatores sociais (ou sincronizadores não fóticos) que estariam relacionados à expressão dos ritmos biológicos (CARSKADON, 1990; GAU & SOONG, 2003; MISTLBERGER & SKENE, 2004). Sendo assim, os indivíduos inseridos em contextos sociais distintos podem ser passíveis de alterações no padrão do CVS mais ou menos acentuadas em função de uma maior diversidade de fatores sociais do que de fatores biológicos.

Horários de trabalho e lazer podem reduzir as horas disponíveis para o sono (DAHL & CARSKADON, 1995; TEIXEIRA et al., 2007) e influenciar o atraso de fase desse ritmo (ALLEN, 1992). Comparando o padrão do CVS de adolescentes que trabalham mais de 20 horas semanais com outros que trabalham menos ou que não trabalham mostrou que os primeiros eram mais sonolentos e tiveram maior dificuldade em permanecer acordados na escola (CARSKADON & DAVIS, 1989). Resultados

semelhantes foram encontrados por Teixeira e equipe (2007) em estudo com adolescentes trabalhadores e não trabalhadores do turno noturno.

Há algum tempo, Macgregor e Balding (1988) apontaram que o ambiente familiar com maior número de pessoas provocaria um maior atraso no horário de dormir e uma conseqüente privação parcial de sono. Mais recentemente, foi mostrado que crianças poderiam ser influenciadas ou socializadas por amigos mais velhos através de telefonemas ou programas televisivos tarde da noite. Assim, um atraso de fase precoce em crianças mais novas poderia decorrer da presença de irmãos ou parentes mais velhos, visto que horários de dormir mais tardios podem acelerar o atraso de fase em crianças mais jovens (CARSKADON et al., 1993). Ainda, Gau e Soong (2003) apontaram que o grau de escolaridade estaria associado à transição ao cronotipo vespertino no início da adolescência. Sabe-se também que aparelhos eletrônicos e instrumentos de mídia são fatores de potencial impacto no padrão de sono e estão cada vez mais presentes no cotidiano dos adolescentes. Televisão, *Internet*, jogos de computador, saídas noturnas, entre outros, têm grande importância na vida dos adolescentes e causam efeitos similares no CVS. Cabe ressaltar que apenas a presença desses componentes nos quartos dos adolescentes influenciaria negativamente os padrões de sono (BULCK, 2004).

Segundo Bulck (2004), essas formas de despendar o tempo de lazer são consideradas atividades desestruturadas, pois não apresentam horários de início ou término fixos e podem se expandir ilimitadamente; e nem efeito compensatório, ou seja, de reposição de sono durante os finais de semana. Por isso, apresentam maior potencial de deslocamento de fase, mais especificamente do horário de sono, do que as atividades estruturadas como a prática de esportes, que, em geral, apresentam horários fixos de início e término e se distribuem regularmente no decorrer da semana.

### **1.3 MECANISMOS REGULADORES DO CVS**

A análise dos fatores associados ao atraso de fase de sono na adolescência envolve uma melhor compreensão dos mecanismos fisiológicos associados a esse

atraso, que, por sua vez, envolvem a investigação dos processos relacionados ao controle do CVS.

Sabe-se que diversas variáveis fisiológicas apresentam ritmicidade circadiana (do latim: circa= cerca; diem= dia), isto é, expressam-se com periodicidade de aproximadamente 24 horas em humanos adultos normais e têm seu ritmo controlado pelos núcleos supra-quiasmáticos (NSQs). Os NSQs estão localizados no hipotálamo e são chamados de osciladores ou relógios biológicos em mamíferos (STEPHAN & ZUCKER, 1972; MOORE-EDE et al., 1982). Juntamente com outras estruturas do sistema nervoso e órgãos periféricos, os NSQs recebem, integram e interpretam informações ambientais (fóticas e não fóticas) e, então, controlam a expressão dos ritmos biológicos. Estes devem se sincronizar ao padrão cíclico ambiental para que o organismo estabeleça e mantenha uma relação estável entre ambos (DUFFY & WRIGHT, 2005). Todo esse mecanismo é controlado pelo que poderia ser chamado de sistema de temporização circadiano (REPPERT & WEAVER, 2002), o qual envolve todo o conjunto de estruturas citadas anteriormente. Esse sistema é bastante sensível ao ciclo claro-escuro (C/E) e, em mamíferos, a transdução do sinal luminoso é feita através da rodopsina, uma proteína presente nos cones e nos bastonetes (PAULEY, 2004); ou através da melanopsina, outra proteína presente nas células ganglionares (CASTRUCCI et al., 2002). Portanto, os cones e os bastonetes, que são células especializadas da retina, e as células ganglionares atuam como fotorreceptores nesse sistema. A informação fótica, responsável pela sincronização do sistema circadiano ao ciclo C/E ambiental, é transmitida da retina ao marca-passo circadiano, localizado nos NSQs do hipotálamo, via trato retino-hipotalâmico (TRH) (DUFFY et al., 1996).

Um modelo proposto por Borbely (1982), e que foi fortalecido por Daan e equipe (1984), pressupõe a interação de dois fatores que estariam envolvidos no controle da expressão do CVS: o componente homeostático (processo S) e o circadiano (processo C) e apenas um único oscilador atuaria no controle da ritmicidade circadiana. De acordo com esse modelo, a expressão do CVS seria o resultado da interação entre a demanda de sono (ou componente homeostático) e o componente circadiano. A partir do início da vigília até o início do sono, o processo S apresentaria um aumento exponencial e, depois, sofreria um declínio até o fim da fase de sono; e o processo C seria

independente da duração do sono ou da vigília prévios. A interação ou, até mesmo, a oposição segundo alguns modelos atuais (CARSKADON et al., 2004) entre esses dois processos, C e S, permitiria a existência de um episódio de sono consolidado durante a noite na espécie humana.

Carskadon e colaboradores (1998), a partir do modelo de regulação de sono proposto por Borbely (1982), propõem uma explicação para as alterações no padrão de sono que ocorrem na adolescência: nos adolescentes mais maduros, a pressão de sono, caracterizada pelo componente homeostático (processo S), apresentaria uma acumulação mais lenta ao longo do dia, facilitando a manutenção da vigília até horários mais tardios. Essa hipótese pressupõe a existência de diferenças maturacionais na regulação homeostática do sono (CARSKADON et al., 2004; JENNI et al., 2005). Assim, o atraso de fase da secreção de melatonina na adolescência indicaria a contribuição de fatores biológicos nos freqüentes atrasos de fase do CVS observados nessa faixa de idade (GIANNOTTI et al., 2002).

O ciclo C/E atua como um potente, senão o principal, sincronizador<sup>1</sup> dos ritmos biológicos na espécie humana (DUFFY et al., 1996; LAVIE, 1996) e em outros animais. O nascer e o pôr do sol fornecem um preciso e confiável sinal para a sincronização da fase do relógio circadiano, embora outros fatores possam desempenhar esse papel de sincronizador, como os estímulos sociais e outros fatores não fóticos (MISTLBERGER & SKENE, 2004). Conseqüentemente, a exposição diária à luz solar contribui significativamente para a sincronização do sistema circadiano (SMITH & TRINDER, 2005), mesmo na presença de pistas não fóticas com as quais a luz solar intensa competiria. O relógio circadiano depende de noites escuras para que ocorra a produção normal de melatonina, cujo pico se dá entre duas e quatro horas da manhã; e da luz solar que sincroniza ou informa ao relógio para que comece um novo dia de 24 horas (PAULEY, 2004).

Alterações nos padrões de secreção de melatonina e de gonatropinas ao longo do desenvolvimento puberal estariam envolvidas no atraso de fase do sono. O tempo de secreção de melatonina foi significativamente correlacionado com a maturação, ou

---

<sup>1</sup> Sincronizador ou *Zeitgeber* (termo alemão que significa “doador de tempo”): agente externo rítmico que arrasta os ritmos biológicos (endógenos) ajustando-os ao ciclo ambiental.



seja, adolescentes em estágios puberais mais avançados apresentaram secreção de melatonina mais tardia (CARSKADON et al., 1997; LABERGE et al., 2000).

Sabe-se que o fotoperíodo pode interferir no funcionamento do relógio circadiano (PÉVET et al., 1997). Por conseguinte, a expressão dos ritmos biológicos, como o do CVS, pode sofrer modificações devido a alterações nos estímulos fóticos, ou do fotoperíodo, aos quais os indivíduos estiverem submetidos (GORDIJN et al., 1999; SMITH & TRINDER, 2005).

Honma e Honma (1988) foram os primeiros pesquisadores a mostrar que um mesmo estímulo luminoso atua de três diferentes maneiras no sistema de temporização. Isto significa que, na espécie humana, um mesmo estímulo luminoso incidindo em diferentes momentos da fase circadiana pode provocar diferentes efeitos sobre o sistema de temporização. Por exemplo, observa-se um efeito de simulação do prolongamento do dia quando há a incidência de estímulos luminosos ao final da fase clara podendo provocar um atraso de fase na expressão dos ritmos biológicos. Por outro lado, um efeito de antecipação do amanhecer pode ser simulado se estímulos fóticos forem recebidos ao final da fase de escuro, o que promoveria um adiantamento de fase na expressão dos ritmos biológicos. E estímulos luminosos recebidos no meio da noite ou do dia não promoveriam significativas mudanças de fase.

Vários estudos recentes têm demonstrado que a luz em intensidade relativamente baixa, como de aproximadamente 180 lux, já é suficiente para provocar mudança de fase no marca-passo circadiano de humanos (BOIVIN et al., 1996). E intensidades entre 1500 e 10000 lux são suficientes para alterar o  $\tau$ <sup>2</sup> ( $\tau$ ), a fase, ou a amplitude dos ritmos circadianos (CZEISLER et al., 1990; JEWETT et al., 1991; MINORS et al., 1991; HONMA et al., 1995).

Além do uso apropriado da luz “externa” (natural, solar) e da “interna” (artificial), importantes na sincronização do sistema circadiano, a luz artificial requer atenção especial no que se refere à cor. Avanços tecnológicos recentes na iluminação têm feito com que a luz durante a noite seja mais intensa. As primeiras lâmpadas incandescentes utilizadas eram fracas e sua luz amarela não afetava significativamente os mecanismos circadianos. Atualmente, as lâmpadas emitem mais luz nas frequências azuis (460 nm

---

<sup>2</sup> Tau: período endógeno ou ritmo biológico que se expressa em livre-curso, ou seja, livre de pistas ambientais.



de comprimento de onda) do que as provenientes do gás, querosene e as lâmpadas incandescentes, utilizadas anteriormente (PAULEY, 2004). De acordo com Lockley e equipe (2003), a melanopsina presente nas células ganglionares apresenta sensibilidade máxima à luz azul tornando-se, portanto, a frequência de luz mais efetiva na redução da secreção normal de melatonina em humanos.

No âmbito clínico, a luz intensa tem sido comumente utilizada na terapia antidepressiva para tratamento da desordem afetiva sazonal ou no reajuste dos relógios biológicos. No âmbito do trabalho, a luz intensa controlaria o grau de alerta dos trabalhadores no período noturno e uma exposição de curta duração à luz solar intensa melhoraria o estado de alerta fisiológico, apesar de esse efeito não ser mais potente do que o obtido pela sesta de curta duração. A luz solar intensa poderia, então, ser um método mais prático para controlar a sonolência no ambiente de trabalho (KAIDA et al., 2006a).

#### **1.4 MEDIDAS SUBJETIVAS E OBJETIVAS DA PRIVAÇÃO DE SONO**

Como descrito anteriormente, a sonolência é uma das principais consequências da privação parcial de sono. Portanto, esta é uma variável que pode ser utilizada para avaliar o efeito de uma intervenção em estudos relacionados com o CVS. A mensuração dessa variável em humanos pode ser feita através de métodos subjetivos e objetivos (JOHNSON et al., 1991).

Dados de escalas subjetivas são obtidos através da avaliação do próprio sujeito. As escalas mais utilizadas são a Escala de Sonolência de Stanford (*Stanford Sleepiness Scale* - SSS) (HODDES et al., 1973), as Escalas Analógicas Visuais (*Visual Analogue Scales* – VAS) (FOLSTEIN & LURIA, 1973) e a Escala de Sonolência de Karolinska (*Karolinska Sleepiness Scale* - KSS) (ÅKERSTEDT & GILLBERG, 1990). Já os dados de métodos objetivos são obtidos através de registros de eletroencefalogramas (EEG), como o Teste Múltiplo de Latência de Sono (TMLS) (CARSKADON & DEMENT, 1982; ROEHRS & ROTH, 1992) e o Teste de Atenuação Alfa (TAA) (ALLOWAY et al., 1997). Neste último, com o aumento da sonolência, as ondas de frequência alfa predominam na atividade cerebral e, através da análise de

freqüência do sinal do EEG, é possível distinguir diferentes níveis de sonolência em diferentes momentos do dia. Entretanto, há dúvidas sobre a validade do TMLS em refletir os níveis de alerta subjetivo (CHERVIN et al., 1997), assim como o desempenho (KRIBBS et al., 1994). Além disso, a realização desses testes apresenta um custo financeiro elevado e requer equipamentos e técnicos especializados, dificultando sua utilização em determinados ambientes, como por exemplo, a escola. Outro ponto a ser considerado é a interferência destes métodos na expressão do CVS e, conseqüentemente, nos níveis de sonolência.

Diversos estudos que utilizaram tanto medidas subjetivas quanto objetivas de sono mostraram correlações significativas entre as mesmas. EEG, KSS e desempenho foram comparados em jovens motoristas privados de sono por Horne e Baulk (2004); e em sujeitos após uma noite de trabalho com sujeitos após uma noite de sono por Åkerstedt e equipe (2005). Ambos mostraram que a sonolência subjetiva e a atividade eletroencefalográfica apresentaram uma alta correlação, acompanhando o desempenho. Altas correlações foram encontradas entre KSS, AAT, EEG e desempenho em teste de tempo de reação (KAIDA et al., 2006b); e entre medidas de desempenho e métodos subjetivos de análise de sonolência (HODDES et al., 1973; GILLBERG et al., 1994; AKERSKEDT et al., 2005; KAIDA et al., 2006b).

O desempenho psicomotor vem sendo amplamente utilizado em estudos de sono para acessar o grau de alerta e de atenção dos sujeitos e seria, portanto, uma medida objetiva de mensuração do grau de alerta. Resultados do teste ao longo do dia refletem a modulação circadiana de funções neurocomportamentais, assim como o efeito de uma pressão de sono advinda da duração de vigília prévia (DINGES & POWELL, 1985; PARASURAMAN et al., 1989; DINGES et al., 1997; WYATT et al., 1997; LOH et al., 2004; BLATTER et al., 2006). O teste de vigilância psicomotora (do inglês *Psychomotor Vigilance Task*) (PVT) é um teste de tempo de reação (TR) a um estímulo simples (WILKINSON & HOUGHTON, 1982; DINGES & POWELL, 1985), ou seja, que computa o tempo de resposta dada a um círculo apresentado brevemente na tela de um computador.

Recentemente, o *National Center on Sleep Disorders Research*, dos EUA, colocou à disposição um programa na *Internet*, o *PalmPVT™ Software*, que permite a

instalação e a realização do PVT em computadores de mão. Dessa forma, tem-se o Palm®PVT, uma versão portátil do teste que, aliado ao baixo custo e à facilidade de transporte, viabiliza sua realização em estudos de campo (THORNE et al., 2005).

Desempenhos bons ou ruins no teste de PVT parecem residir numa maior ou menor ativação tanto no sistema de atenção quanto no sistema motor, sendo que um ótimo desempenho parece se dar em função da ativação de ambos. Estudos também têm investigado, especificamente, a relação entre desempenho e sonolência. Comparando o desempenho de indivíduos privados com o de indivíduos não privados de sono no teste de PVT, Anderson e Horne (2006) observaram que a sonolência aumenta a distração durante a execução de uma tarefa monótona. No mesmo sentido, correlações negativas entre o desempenho no PVT com a privação de sono têm sido encontradas em diversos estudos, como em que sujeitos privados e não privados de sono foram comparados (DRUMMOND et al., 2005); em que sujeitos com sono restrito foram submetidos ao PVT e VAS (YANG et al., 2004); e em estudo com indivíduos submetidos a uma privação cumulativa de sono (DINGES et al., 1997). Os dois últimos mostraram que com o aumento da sonolência registrado por VAS, houve uma redução no desempenho através do PVT. Wright e equipe (2002) encontraram alta correlação entre variações da temperatura corporal, VAS e medidas de desempenho; e Gillberg e colaboradores (1994) verificaram aumento da sonolência através da VAS, KSS e desempenho psicomotor em seis sujeitos privados de sono por uma noite. Observou-se, portanto, uma clara relação entre os testes subjetivos de sonolência e o teste de desempenho, tendo a KSS apresentado maior correlação.

Apesar de o PVT ter demonstrado ser uma medida confiável da privação de sono através do TR (DRUMMOND et al., 2005), o uso de computadores de mão para avaliação do desempenho psicomotor em estudos do CVS é recente e poucos trabalhos têm sido desenvolvidos com crianças e adolescentes (BENNETT et al., 2001; BUMBEER, 2007; VENKER et al., 2007).

## **1.5 INTERVENÇÕES**

Como se pôde observar, nas duas últimas décadas, significativo conhecimento tem se acumulado a respeito do CVS na adolescência. Conseqüentemente, surgiram propostas de medidas com o objetivo de amenizar ou, até mesmo, evitar o débito de sono nessa fase. Dentre elas, podemos citar: mudanças dos horários escolares; programas de higiene do sono; reconhecimento, por parte dos educadores, do atraso de fase do sono como uma alteração normal do desenvolvimento e identificação e controle dos distúrbios de sono detectados.

Apesar da conveniência administrativa de que o início das aulas seja mais adiantado nas séries mais avançadas, há uma forte evidência de que um início de aulas mais tardio seria mais apropriado para os adolescentes (GIBSON et al., 2006).

Israel e Estados Unidos já adotaram mudanças nos horários escolares. Em Israel, o resultado foi que os estudantes que iniciavam suas aulas às 7h10min apresentaram uma menor duração de sono noturno, mais queixas de fadiga e sonolência diurna e maiores dificuldades de concentração e atenção na escola comparando-os aos estudantes cujas aulas se iniciavam às 8h (EPSTEIN et al., 1998). No mesmo sentido, uma escola pública de Mineápolis (EUA) atrasou o início das aulas das 7h15min para 8h40min e o resultado foi positivo: os alunos afirmaram sentir-se mais alerta durante o dia e seus professores os consideraram mais atentos e participativos (KUBOW et al., 1999; WAHLSTROM, 1999). Com esses horários de início de aula mais tardios e podendo estender o período de sono, os resultados confirmam os do estudo de Meijer e colaboradores (2000), os quais apontaram que o aumento na quantidade de sono noturno interfere na qualidade do sono e tem um impacto substancial sobre o desempenho escolar de adolescentes.

Lima e colaboradores (2002) realizaram um estudo para verificar os efeitos nos padrões de sono de diferentes horários de início das aulas de universitários. No primeiro semestre, as aulas se iniciavam às 7h nas terças e quintas-feiras e às 8h nas segundas, quartas e sextas-feiras; enquanto que no segundo, iniciavam-se às 10h durante toda a semana. A média do tempo total de sono aumentou significativamente de 6h55min no primeiro para 7h25min no segundo semestre e 88.9% dos estudantes apresentaram o padrão de restrição/extensão no primeiro contra 66.7% no segundo semestre. Ainda, o tempo total de sono entre os dias letivos e os finais de semana no

segundo semestre não diferiram, confirmando a ausência do efeito restrição/extensão de sono. Pode-se concluir dos dados que os estudantes estiveram submetidos a uma maior privação de sono no período em que as aulas começavam mais cedo.

Entretanto, mudanças nos horários também implicaram em algumas dificuldades, como a necessidade de adequação dos pais aos novos horários de aula dos filhos e dos professores, de adequação aos horários de trabalho em outras escolas (WROBEL, 1999).

Segundo Wahlstrom (2002), em uma avaliação em longo prazo, a maioria dos pais considerou a mudança algo positivo, pois os estudantes ainda se sentiam mais dispostos e dormiam por mais tempo nos dias letivos. Todavia, de acordo com Larson (1999), os resultados dependem da sociedade em questão e o processo de mudança pode ser complexo já que envolve vários setores da sociedade. Além disso, a mudança requer a conscientização sobre a importância do sono, especialmente pelos alunos como argumentou Carskadon (1999): se o sono for considerado dispensável, o adolescente poderá adiá-lo em função de outra atividade motivadora e o atraso dos horários escolares favorecerá um atraso ainda maior de seus horários de dormir.

Portanto, apesar da existência de um número reduzido de estudos, torna-se clara a necessidade de as instituições educacionais repensarem a sua organização temporal na tentativa de promover uma análise mais profunda da influência dos horários das aulas do período matutino no desempenho acadêmico dos estudantes, que é uma solução de longo prazo e envolve mudanças muito amplas (LIMA et al., 2002; HANSEN et al., 2005).

Outra medida na mesma direção seria a educação e a disseminação de informações sobre o CVS de adolescentes por parte de médicos pediatras, pais e professores. Assim, as conseqüências negativas do atraso do CVS dos adolescentes poderiam ser minimizadas através da informação e do ensino, proporcionando maior conhecimento sobre o CVS, sobre como obter quantidade e qualidade de sono adequadas e sobre a diferença entre o padrão de sono nos finais de semana e nos dias letivos a fim de melhorar o relacionamento familiar. Há, também, necessidade de que educadores considerem os problemas de sono como potenciais fatores responsáveis pelo desempenho acadêmico insuficiente ou problemas comportamentais de

estudantes. Os médicos, por sua vez, devem estar mais alerta à possibilidade de problemas relacionados ao sono em seus pacientes jovens (GIBSON et al., 2006).

O programa educacional de higiene do sono é menos complexo do que a mudança dos horários escolares e visa ao esclarecimento de problemas relacionados ao sono, especialmente aqueles decorrentes de problemas comportamentais ou maus hábitos, como insônia e sonolência diurna (KLEITMAN, 1987; NATIONAL SLEEP FOUNDATION, 2000; BROWN & BUBOLTZ, 2002; CORTESI et al., 2004).

Monk e colaboradores (2003) observaram que outro fator relacionado com uma boa qualidade de sono é um estilo de vida mais regular, ou seja, uma rotina diária semelhante de hábitos de sono. A educação somente poderá evitar a privação de sono desde que os jovens aprendam a manter horários regulares de dormir e de acordar.

O desenvolvimento de bons hábitos de sono já na adolescência é de extrema importância, já que muitos adultos que sofrem de insônia relataram que o início desse distúrbio ocorre nessa fase (ROENNEBERG et al., 2005). Kahn e equipe (2002) estudaram adolescentes chineses e mostraram que sono adequado está positivamente correlacionado com comportamentos saudáveis, como: controle do estresse, dietas saudáveis, apreciação da vida, responsabilidade com a saúde e com exercícios, maior probabilidade de não sobrepeso e menor frequência de consultas médicas. Até mesmo a influência de tratamentos de acupuntura sobre o grau de sonolência de estudantes têm sido analisada. Foi mostrado que estes tratamentos, especialmente em pontos de estimulação, são eficazes na diminuição do grau de alerta e de fadiga de estudantes durante suas aulas (HARRIS et al., 2005).

Outra solução de curto prazo seria a estipulação de horários para realização de exames ou trabalhos em momentos em que os adolescentes apresentem seu melhor potencial de desempenho que, segundo Hansen e equipe (2005), seria a partir das 10h da manhã. Dessa forma, amenizar-se-iam as conseqüências negativas de uma eventual privação de sono devido à coincidência de testes com momentos circadianos não favoráveis.

Finalmente, uma alternativa para amenizar o atraso característico da adolescência seria a intervenção luminosa, a qual estaria relacionada às características do sistema de temporização circadiano. Como já se sabe, estímulos luminosos pela

manhã podem promover avanço de fase dos ritmos circadianos. Porém, poucos estudos nessa área foram realizados em situações do cotidiano (HANSEN et al., 2005).

Em humanos, tem sido bem documentado que a luz melhoraria o alerta e o desempenho durante a noite e o dia influenciando funções específicas do cérebro e induzindo maiores respostas endócrinas, fisiológicas, neurofisiológicas e comportamentais à luz. De uma forma geral, a luz modula respostas corticais a mudanças cognitivas e, mais especificamente, a luz azul tanto atenua imediatamente os efeitos negativos da pressão homeostática de sono quanto acentua a tendência circadiana ao alerta, desempenho e atenção (LOCKLEY et al., 2006) independentemente de qualquer informação visual. Mesmo uma curta exposição à luz intensa pode, transitoriamente, prevenir a sonolência resultante do escuro constante (VANDEWALLE et al., 2006).

Alguns estudos relataram que exposição à luz intensa cedo pela manhã adiantaria os ritmos circadianos, resultando em horários de dormir e de acordar menos tardios (SAMKOVA et al., 1997; MINDELL et al., 1999; Terman & Terman, 1999). Além disso, tem sido estudada a possibilidade de que administração de luz intensa possa melhorar o alerta e o desempenho (CLODORE et al., 1990; CASAGRANDE et al., 1997) e pode ser a solução mais significativa para afetar o CVS dos adolescentes (HANSEN et al., 2005).

Devido a essa influência que a luz exerce sobre o sistema de temporização circadiano, alguns estudos associaram o estímulo fótico ao tratamento comportamental. Assim, a luz intensa tem sido utilizada como auxílio no tratamento de indivíduos com distúrbios de sono (CZEISLER, 1995) como insônia (LACK & WRIGHT, 2007), distúrbios afetivos sazonais (TUUNAINEN & KRIPKE, 2004) e sonolência diurna (BOOTZIN & STEVENS, 2005). Phipps-Nelson e colaboradores (2003) verificaram uma redução do impacto da insuficiência de sono tanto na sonolência quanto no desempenho comparando exposição à luz intensa com a moderada.

Bootzin e Stevens (2005) estudaram adolescentes após tratamento de desintoxicação através de um programa que incluiu uso de luz intensa, higiene do sono, terapia cognitiva, entre outros. Como resultado, houve melhora significativa na eficiência e na qualidade do sono, diminuição da latência do sono e do número de despertares e



maior quantidade de sono. Esses fatores também podem ter contribuído para diminuição no uso de drogas em longo prazo.

Hansen e equipe (2005) não observaram, contudo, mudanças no CVS, melhora no humor ou no desempenho de estudantes que foram submetidos à luz branca artificial (~1800 lx). Apesar do fato, tais pesquisadores sugerem que a administração de luz ainda pode ser a intervenção mais eficaz na modificação do CVS de adolescentes e que diferentes protocolos devem ser experimentados para que o efeito desejado da luz seja alcançado.

Muito poucos trabalhos até agora testaram estratégias que facilitassem o ajuste dos ritmos biológicos dos adolescentes aos horários escolares, principalmente em condições naturais. Com base no conhecimento dos mecanismos reguladores do CVS, a intervenção luminosa se apresenta como uma estratégia promissora por algumas razões: a luz, como o potente sincronizador que é, atuaria diretamente no sistema de temporização, os resultados poderiam ser observados em curto prazo, não demandaria mudanças estruturais profundas no âmbito escolar ou social e tão pouco implicaria em custos financeiros adicionais.

Ademais, decorrente do fato de que a estimulação luminosa implicaria em modificações intrínsecas do mecanismo de regulação do CVS, o efeito causado (avanço de fase do sono) poderia ser mais duradouro. Dessa forma, busca-se por meio deste estudo um protocolo adequado de intervenção luminosa em situação natural e com os recursos disponíveis visando minimizar a privação de sono e, assim, propiciar condições melhores possíveis para o aprendizado dos adolescentes.



## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

- Verificar se a exposição à luz natural nas primeiras horas da manhã favorece o avanço de fase do CVS e, em decorrência, diminui a sonolência diurna e melhora o desempenho psicomotor de adolescentes no início do ano letivo.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito da exposição à luz solar sobre o CVS, a sonolência diurna e o desempenho psicomotor de adolescentes;
- Comparar os padrões do CVS, a sonolência diurna e o desempenho psicomotor de adolescentes uma semana antes e doze semanas após a intervenção a fim de verificar possíveis variações no padrão das variáveis no intervalo considerado.

## 3 COLETA DE DADOS

### 3.1 SUJEITOS

O estudo foi realizado com adolescentes da Escola Estadual Jayme Canet, da cidade de Curitiba, no Estado do Paraná, e aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal do Paraná (anexo 1). Foram selecionadas, em conjunto com a equipe pedagógica da escola, duas turmas de 8ª série do ensino fundamental, 8ª série B e 8ª série C, do turno matutino. Definiu-se aleatoriamente que os estudantes da turma B representariam o grupo experimental e os da turma C, o grupo controle. Todos os alunos foram convidados a participar da pesquisa. Do total de 43 alunos da turma B (experimental) e quarenta e dois (42) da turma C (controle), dezoito (18) e quatorze (14) adolescentes, respectivamente, concordaram em participar, totalizando trinta e dois (32) estudantes inicialmente. A partir de informações do questionário de hábitos de sono (mais bem detalhado no item 3.3.1) e de interação com os adolescentes, foi possível constatar que todos eles obedeciam aos critérios de inclusão do estudo, como ter idade entre treze (13) e dezesseis (16) anos, não apresentar distúrbios relacionados ao sono, não apresentar deficiência visual grave e não fazer uso de medicamentos ou substâncias psicoativas que interferissem no CVS.

A faixa etária escolhida (13 a 16 anos) se deu pelo fato de que os estudantes recrutados já estivessem na fase adolescente e, assim, mais susceptíveis ao atraso de fase. Além disso, seu CVS sofreria menos influência decorrente de maior demanda acadêmica, comum de fase preparatória para vestibulares ou, até mesmo, trabalho concomitante ao estudo escolar.

Para a participação dos estudantes na pesquisa, seus pais preencheram um termo de consentimento aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná (anexo 2).

Três (3) sujeitos foram eliminados das análises, devido ao não comparecimento em algum dos dias de coleta, dos quais dois (2) pertenciam ao grupo experimental e um (1) ao grupo controle. Um quarto sujeito, do grupo experimental, foi eliminado do estudo por não ter se adaptado aos testes de PVT. Portanto, dos trinta e dois (32)

adolescentes que iniciaram o estudo, vinte e oito (28) adolescentes o concluíram e, desse total, treze (13) estudantes compuseram o grupo controle, sendo dez (10) meninas e três (3) meninos; e quinze (15) compuseram o grupo experimental, sendo nove (9) meninas e seis (6) meninos.

### 3.2 ETAPAS DO ESTUDO

Os dados foram coletados no primeiro semestre do ano letivo de 2007 e os dois grupos, controle e experimental, foram submetidos às cinco etapas de desenvolvimento do estudo, exceto na etapa da intervenção, da qual apenas o grupo experimental participou. O quadro 1 mostra, sucintamente, a distribuição das etapas.

Inicialmente será feita uma descrição sucinta das fases e, posteriormente, haverá um detalhamento dos instrumentos e variáveis coletadas em cada fase.

**QUADRO 1 - ETAPAS DO ESTUDO**

<b>Etapas</b>	<b>Duração</b>	<b>Dia</b>
<b>Apresentação do estudo à comunidade escolar</b>	2 dias	06 e 07/02/2007
<b>Pré-intervenção (1)</b>	1 semana	26/02 a 02/03/2007
<b>Intervenção</b>	1 semana	05 a 09/03/2007
<b>Pós-intervenção (2)</b>	1 semana	12 a 16/03/2007
<b>12 semanas após a intervenção (3)</b>	1 semana	28/05 a 01/06/2007

### **3.2.1 Apresentação do estudo à comunidade escolar**

Inicialmente, após anuência da direção da escola, o projeto de pesquisa, suas etapas e importância foram apresentados aos professores, aos alunos e a alguns funcionários da escola. Em seguida, decidiu-se qual seria o local de coleta de dados dentro da escola e o local onde o grupo experimental teria aula fora da sala durante a semana da intervenção. Os professores foram comunicados, também, da necessidade de saída dos alunos da sala de aula para a coleta dos dados e, principalmente, da etapa da intervenção, quando estes deveriam preparar-se para as aulas ao ar livre. Os alunos, por sua vez, foram apresentados aos actímetros, aos computadores de mão e à escala de sonolência.

### **3.2.2 Etapa 1: Pré-intervenção**

O ano letivo escolar teve início no dia 12 de fevereiro de 2007, mas para que o desenvolvimento do trabalho não coincidissem com festas comemorativas anuais desse mês (Carnaval) e com o término do horário de verão, que ocorreu em 25 de fevereiro, optou-se por dar início ao estudo na terceira semana do ano letivo (26 de fevereiro de 2007). No primeiro dia da etapa pré-intervenção, os instrumentos de coleta de dados foram apresentados aos sujeitos. Os actímetros foram distribuídos aleatoriamente entre estudantes, os quais também receberam os diários de sono juntamente com informações de como preenchê-los durante a semana que se seguiria. Os computadores de mão foram apresentados e o procedimento de realização dos testes de PVT foi demonstrado aos adolescentes. Cada sujeito realizou os testes em um aparelho específico que apresentasse o seu nome de sujeito ou usuário. Os adolescentes tornaram-se aptos a realizar os testes sozinhos nas coletas posteriores, podendo ainda ter quaisquer dúvidas sanadas pelo responsável do estudo a qualquer momento.

Os dados de actimetria referentes à luminosidade, sonolência subjetiva e de desempenho psicomotor foram obtidos durante os cinco dias dessa semana,

antecedendo a intervenção. Os diários de sono foram preenchidos durante sete dias de cada etapa de coleta de dados.

A intensidade luminosa da sala na qual os adolescentes realizaram os testes de desempenho psicomotor foi registrada através de um luxímetro, um aparelho portátil que mede apenas a intensidade luminosa na altura dos olhos. Os registros foram feitos em todos os dias do estudo e nos mesmos pontos pré-estabelecidos no local de coleta.

Ainda nessa etapa, os adolescentes completaram um questionário de classificação econômica e outro sobre hábitos de sono, ambos na presença do pesquisador.

### **3.2.3 Intervenção**

Após a primeira etapa de coleta de dados seguiu-se a semana de intervenção, desde o dia 05 ao dia 09 de março de 2007, também de segunda a sexta-feira. Essa semana não se equivale a uma etapa como as demais, já que não foram registrados dados das variáveis estudadas; porém, compreende o intervalo de dias em que os alunos do grupo experimental assistiram a todas as primeiras aulas do dia (das 7h30min às 8h20min) fora da sala de aula, ou seja, expostos à luz solar. Embora apenas parte dos os alunos da turma a que pertencia o grupo experimental participassem do estudo, todos os alunos da sala assistiram aula expostos à luz solar durante a semana de intervenção. Todos os professores foram avisados previamente para que as aulas fossem planejadas para ocorrer em ambiente externo. O local escolhido foi um pequeno pátio, no qual a luz natural incidisse o máximo possível, dentro das possibilidades físicas e estruturais da escola. No local também havia bancos em semicírculos para que os alunos pudessem ficar sentados.

Durante o período de intervenção, dados de intensidade luminosa foram registrados através do luxímetro todos os dias e nos mesmos pontos pré-estabelecidos no local da intervenção; e também através dos actímetros com luxímetro utilizados pelos 3 adolescentes de cada grupo. Dados do CVS, sonolência diurna e de desempenho psicomotor não foram coletados, como sobrecitado uma vez que não se

pretendia verificar um efeito imediato da luz nos parâmetros observados, mas sim um efeito mais residual e persistente da estimulação luminosa.

### **3.2.4 Etapa 2: Após a intervenção**

Essa etapa ocorreu durante a semana logo após a intervenção e os adolescentes de ambos os grupos, controle e experimental, forneceram dados de luminosidade através dos actímetros, diários de sono, sonolência subjetiva e de desempenho psicomotor. Dados de intensidade luminosa também foram coletados da mesma maneira como foram realizados na etapa 1.

### **3.2.5 Etapa 3: 12 semanas após a intervenção**

Após 12 semanas da intervenção, a terceira etapa se deu já próxima do término do primeiro semestre letivo. Essa etapa se caracterizou pela coleta de dados de diários de sono, sonolência subjetiva e desempenho psicomotor dos adolescentes dos dois grupos. Como os actímetros se limitaram a registrar dados de luminosidade, os mesmos foram desnecessários na terceira etapa, visto que ambos os grupos desenvolveram rotina escolar semelhante e o intuito era analisar os dados do CVS (através do diário de sono), de desempenho e de sonolência subjetiva em longo prazo.

Optou-se pelo estabelecimento da etapa em questão com o intuito de verificar um possível efeito residual da estimulação luminosa ou de adaptação aos horários escolares ou à variação do fotoperíodo. Ademais, uma eventual variação do tempo na cama poderia ser detalhada e explicada caso fosse devido a mudanças nos horários de dormir, de acordar ou de ambos.

## **3.3 INSTRUMENTOS**

Dados de CVS, de desempenho psicomotor e de sonolência subjetiva foram obtidos durante uma semana antes, uma semana e 12 semanas após a intervenção,

que consistiu na exposição dos adolescentes do grupo experimental à luz solar na primeira aula dos dias letivos, de segunda a sexta-feira.

Os dados foram coletados através dos instrumentos descritos nos itens 3.3.1 a 3.3.7.

### **3.3.1 Questionário sobre hábitos de sono**

A todos os adolescentes foi aplicado um questionário de hábitos de sono (anexo 3), o qual foi respondido na sala de aula sob a supervisão do pesquisador.

Esse questionário foi desenvolvido pelo Grupo Multidisciplinar de Desenvolvimento e Ritmos Biológicos, ICB-USP, e abrange diversos aspectos da vida do adolescente: dados pessoais e familiares, atividades diárias (horas de estudo, de lazer e eventual trabalho), características do CVS e dados de saúde (LOUZADA, 2000).

### **3.3.2 Critério de Classificação Econômica Brasil**

A classificação econômica dos adolescentes foi obtida através do Critério de Classificação Econômica Brasil (BARROS & VICTORA, 2005) (anexo 4), a partir do qual foi possível estimar o poder de compra das pessoas e das famílias. Esse instrumento foi aplicado aos adolescentes no primeiro dia da semana pré-intervenção.

A classificação econômica dos sujeitos através desse sistema é baseada em dez bens domésticos (TV, DVD, rádio, automóvel, outros eletrodomésticos, etc.), na presença de energia elétrica na residência, empregados e no grau de escolaridade do chefe de família. Para cada bem existe uma pontuação (anexo 5), que é somada ao final indicando a classe (A, B, C, D, E) à qual o adolescente pertence.

### **3.3.3 Actímetros com luxímetro**

Os adolescentes utilizaram actímetros (Ambulatory Monitoring Inc., Ardsley, NY, USA) (anexo 6) que são instrumentos semelhantes a relógios de pulso. Estes

instrumentos possuíam sensores de luz acoplados a ele, os quais registraram a intensidade luminosa a cada intervalo de 1 minuto e a uma intensidade máxima de 3.995 lx. O actímetro foi utilizado com uma pulseira no punho não dominante dos estudantes, os quais foram instruídos a retirá-los apenas para o banho. O uso dos actímetros ocorreu desde a semana pré-intervenção até a semana pós-intervenção, isto é, durante as 3 etapas do estudo continuamente.

O registro de luminosidade forneceu a intensidade luminosa à qual estiveram expostos os adolescentes, possibilitando uma comparação entre os dois grupos, especialmente no intervalo referente à intervenção (desde o despertar ou início de exposição à luz natural até o término da intervenção).

Devido à disponibilidade, apenas seis aparelhos foram utilizados no estudo, tendo o grupo controle ficado com três e o experimental, com os outros aparelhos. Os adolescentes que utilizaram os estes actímetros foram selecionados aleatoriamente e seus dados seriam representativos no que se refere aos dados de intensidade luminosa.

Os dados obtidos pelo actímetro foram analisados através de um programa de computador (*Action-W*), a partir do qual foram obtidas informações sobre a variação da intensidade luminosa (em lux - lx).

### **3.3.4 Luxímetro**

A variação da luminosidade também foi registrada através de um instrumento portátil, o luxímetro. Os registros com este instrumento foram feitos na sala de aula destinada à realização dos testes de desempenho psicomotor e ao preenchimento da escala de sonolência subjetiva nas semanas anterior e posterior à intervenção luminosa. A variação também foi registrada no local onde os adolescentes estiveram expostos durante a intervenção, fora da sala de aula. Em ambos os casos, alguns pontos fixos foram estabelecidos nos locais para se registrar a intensidade luminosa e uma média foi obtida desses valores; e os dados foram registrados uma única vez: durante a intervenção ou entre o primeiro e o segundo momento da manhã.



### 3.3.5 Diário de sono

Para obtenção de informações sobre o CVS, os adolescentes preencheram um diário de sono (anexo 7) durante sete dias consecutivos, de segunda-feira a domingo. O diário é um caderno que apresenta campos para registros de horários de dormir e acordar, como acontece o despertar (espontâneo ou induzido), o tempo que o estudante demorou a adormecer ou levantar da cama e, para os que utilizaram actímetro, a hora em que tirou e que colocou o actímetro durante o dia.

Foram analisadas as seguintes variáveis: horário de dormir, horário de acordar e tempo na cama de sono durante a semana, apenas nos dias letivos e apenas no final de semana.

Além de informações sobre o padrão de sono dos adolescentes, os dados referentes à maneira como os mesmos acordaram também foram analisadas. Os adolescentes optaram por diferentes formas de acordar a cada etapa, as quais eram: “pelo despertador” (D), “alguém me chamou” (A) ou “sozinho” (S).

### 3.3.6 Teste de Vigilância Psicomotora (Palm®PVT)

O desempenho psicomotor dos adolescentes foi avaliado através da aplicação do Teste de Vigilância Psicomotora (PVT), que avalia o tempo de reação a estímulos que aparecem na tela de computador de mão (*palmtop*) (anexo 8). Os alunos realizaram os testes durante cinco dias letivos consecutivos em dois momentos da manhã, às 8h e às 11h durante as três etapas de coleta de dados.

Os dados de PVT foram obtidos através do Palm® PVT. O Palm® PVT é uma versão do PVT para ser utilizada em aparelhos portáteis nos quais os adolescentes realizaram os testes (DINGES & POWELL, 1985). O programa de computador do Palm®PVT é fornecido gratuitamente através de descarregamento pela rede mundial de computadores para utilização nos computadores de mão. Na versão Palm®PVT do teste, um círculo é apresentado brevemente na tela e o sujeito é orientado a acionar uma tecla do aparelho. Então, um outro intervalo interestímulo recomeça para que um próximo estímulo seja apresentado (FREY et al., 2004). Nesse trabalho, cada teste

realizado no Palm®PVT era concluído ao completar 5 minutos (DINGES & POWELL, 1985) de duração ou até que o teste completasse 100 estímulos apresentados, cujos intervalos apresentaram variação aleatória entre 1 e 5 segundos. Ao realizar os testes, os adolescentes foram orientados a responder ao estímulo visual apresentado pressionando com polegar esquerdo ou o direito da mão dominante o botão do aparelho tão logo o estímulo aparecesse (GRAW et al., 2004). Ainda, os adolescentes foram alertados para a importância da rapidez e precisão em todos os testes.

Dos dados de PVT foram obtidas médias das seguintes variáveis: tempo de reação (TRs), antecipações (*False Starts* – FSs) e lapsos. No presente estudo, as antecipações foram definidas como um tempo de resposta inferior a 100 ms (FREY et al, 2004), enquanto os lapsos, como qualquer tempo de resposta superior a 500 ms.

As variáveis foram agrupadas de acordo com o horário das coletas (no primeiro momento, às 8h: PVT1; e no segundo momento, às 11h: PVT2). Dos cinco dias letivos de coleta de dados, três (3) dias (as terças, quartas e quintas-feiras) foram utilizados para se obter as médias das variáveis. As segundas-feiras corresponderam aos primeiros dias de cada etapa do estudo e foram descartadas por terem sido considerados testes-treino para os adolescentes. E os dados das sextas-feiras também foram descartados por não ter havido aula na escola na sexta-feira da segunda etapa (16/03/2007) devido à chuva torrencial na noite anterior impossibilitando utilização das salas de aula.

### **3.3.7 Escala de sonolência de Karolinska (KSS)**

A sonolência subjetiva dos adolescentes foi avaliada através da escala de sonolência de Karolinska (Karolinska Sleepiness Scale - KSS) (anexo 9), a partir da qual são obtidos valores que expressam o grau de sonolência (AKERSTEDT & GILLBERG, 1990). Esses dados também foram coletados em dois momentos da manhã, sempre anteriormente ao teste de PVT. O estabelecimento de dois horários para coleta de dados de PVT e de KSS pela manhã se deve à tentativa de evitar a influência da variação da sonolência, que seria maior no início do que no final da manhã (JOHNS & HOCKING, 1997; JOHNSON et al., 1999); e de desempenho psicomotor,

que seria melhor após as 10h da manhã (HANSEN et al., 2005). Para isso, os dados de cada momento e para cada variável foram analisados separadamente. Os valores da escala de variam de 1 (extremamente alerta) a 9 (extremamente sonolento, impossibilitado de permanecer acordado) e somente os valores ímpares apresentam descrições verbais. A sonolência individual foi acessada obtendo-se as médias dos valores de KSS durante três dias em dois momentos da manhã, às 8h e às 11h (no primeiro momento: K1; e no segundo momento: K2) durante as três etapas da coleta.

A realização dos testes de PVT e as coletas de dados de KSS aconteceram em uma sala reservada a fim de evitar maiores distrações que pudessem comprometer a notação da sonolência ou o desempenho nos testes. Anderson e Horne (2006) relataram que a possibilidade de distração é grande durante o desenvolvimento de uma tarefa monótona tendo-se que, por conseguinte, evitar ao máximo a quantidade de estímulos durante os testes. Os alunos eram retirados da sala de aula durante a mesma em horários próximos aos dos estipulados para a realização dos testes (às 8h e às 11h) e eram levados à sala de testes, onde os mesmos se iniciavam tão logo os alunos estivessem acomodados para tal. O tempo decorrido da chamada dos estudantes na sala de aula até a realização dos testes era de aproximadamente 2 minutos e, nesse ínterim, recomendava-se que houvesse o mínimo de oscilação de ânimo e o máximo de tranquilidade possíveis.

### **3.4 FOTOPERÍODO**

A cidade de Curitiba apresenta as seguintes coordenadas geográficas: longitude de + 49°16'23" (+3h17min); latitude de -25°25'40" e altitude, em média, 934 metros em relação ao nível médio do mar. Em função da localização geográfica da cidade de Curitiba e dos movimentos geofísicos da Terra há, ao longo do ano, variação tanto do horário do nascer quanto do ocaso (pôr) do Sol. Do início para o final do estudo ocorreu um atraso no horário do nascer do Sol e um adiantamento no horário do pôr do Sol, os quais serão mostrados nos resultados.

### 3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O efeito da intervenção no padrão de sono, na sonolência e no desempenho psicomotor dos adolescentes foi analisado através do teste estatístico *Two-way ANOVA* para a realizar análise de variância para medidas repetidas. As médias destas variáveis dependentes foram comparadas considerando a etapa (etapas 1, 2 e 3) e a condição (controle e experimental) como fatores ou variáveis independentes. Posteriormente, quando necessário, as médias obtidas foram comparadas através do teste estatístico *Tukey's Significant Differences (HSD) Test* (considerando  $\alpha = 0,05$ ).

Foram realizadas análises das seguintes variáveis dependentes: horários de dormir e de acordar e duração do tempo na cama durante a semana (dias letivos e final de semana), apenas nos dias letivos e apenas no final de semana; sonolência subjetiva; média dos tempos de reação; antecipações e lapsos.

Com o objetivo de verificar um possível efeito do horário do dia sobre o desempenho psicomotor e a sonolência, foram comparados os resultados do PVT e da sonolência subjetiva (KSS) nos dois momentos da manhã (às 8h e às 11h). As médias das variáveis sonolência subjetiva, tempos de reação, antecipações e lapsos foram comparadas no primeiro e no segundo momento nas etapas 1, 2 e 3 através do teste estatístico *t* de *Student* para medidas repetidas. A etapa (etapas 1, 2 e 3) foi considerada como fator ou variável independente para cada situação (primeiro e segundo momentos) para cada grupo separadamente.

Os modos de despertar relatados pelos adolescentes foram quantificados a cada etapa do estudo em ambos os grupos separadamente. Os dados foram analisados através do teste “qui-quadrado” de *Pearson* (considerando  $\alpha = 0,05$ ) a fim de verificar a possível existência de uma variação significativa entre as frequências observadas ao longo das etapas.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 IDADE MÉDIA

A tabela abaixo mostra as idades médias, o desvio padrão e o número de adolescentes agrupados por condição (controle e experimental) e por gênero (feminino e masculino).

**TABELA 1 – IDADE MÉDIA DOS ADOLESCENTES**

<b>Grupos / Total</b>	<b>Meninas</b>	<b>Meninos</b>	<b>Total</b>
Controle	13,68 (0,31)	14,01(0,79)	13,76 (0,44)
n	10	3	13
Experimental	14,01 (0,55)	14,47 (1,18)	14,19 (0,85)
n	9	6	15
Total	13,84 (0,46)	14,31(1,04)	13,99 (0,71)
n	19	9	28

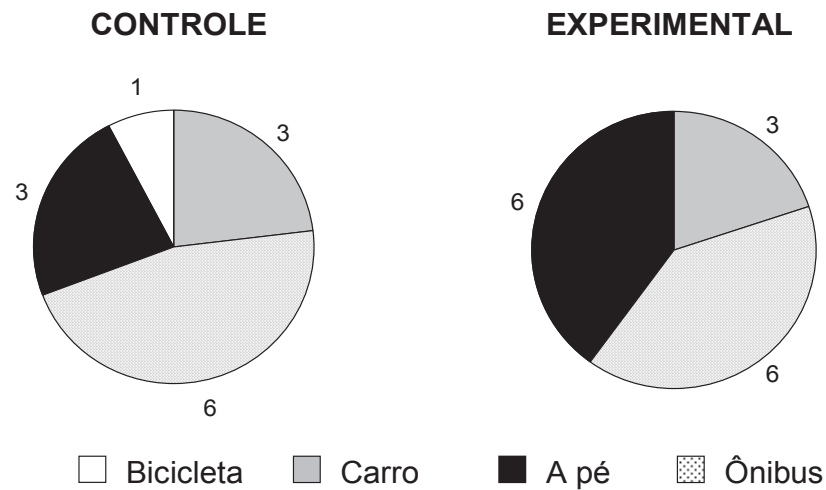
Valores representam média  $\pm$  desvio-padrão.

A comparação das médias de idade através da análise de variância revelou que não houve diferença significativa entre os grupos controle e experimental ( $p > 0,05$ ).

### 4.2 DADOS DEMOGRÁFICOS

A partir dos questionários de hábito de sono respondidos pelos adolescentes, foi realizada análise das respostas e os resultados foram representados pelos gráficos a seguir.

**FIGURA 1 – MEIO DE LOCOMOÇÃO UTILIZADO PELOS ADOLESCENTES PARA IR E VOLTAR DA ESCOLA**



Os valores representam o nº de adolescentes de um total de 13 no grupo controle e de 15 no experimental.

**FIGURA 2 – TEMPO DESPENDIDO NO DESLOCAMENTO DE CASA ATÉ A ESCOLA**

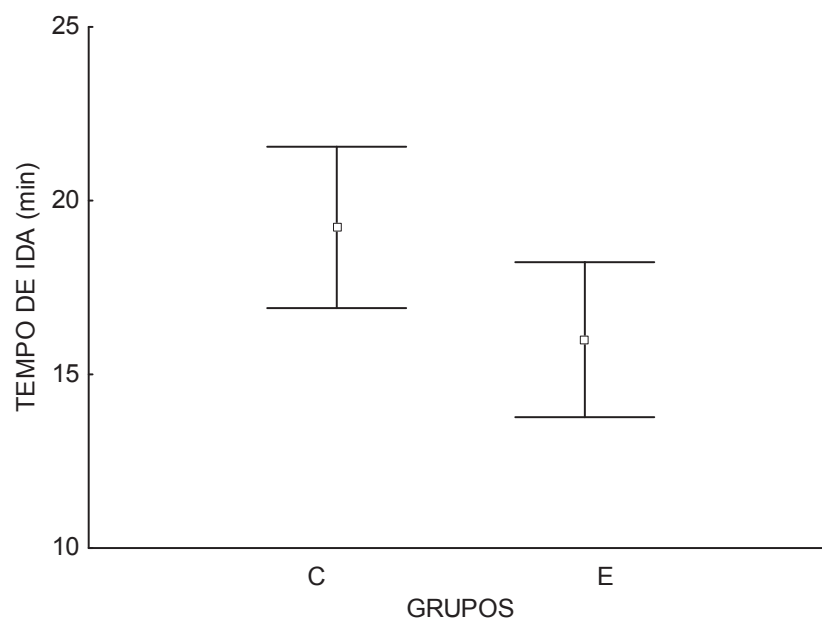
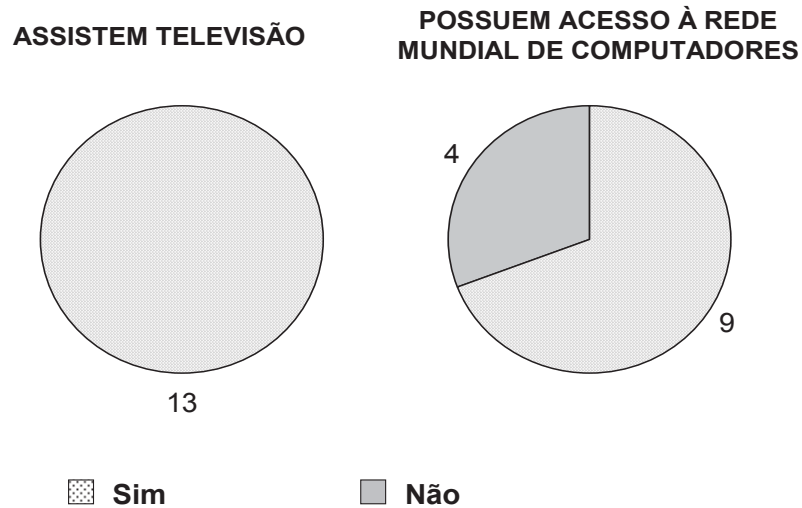


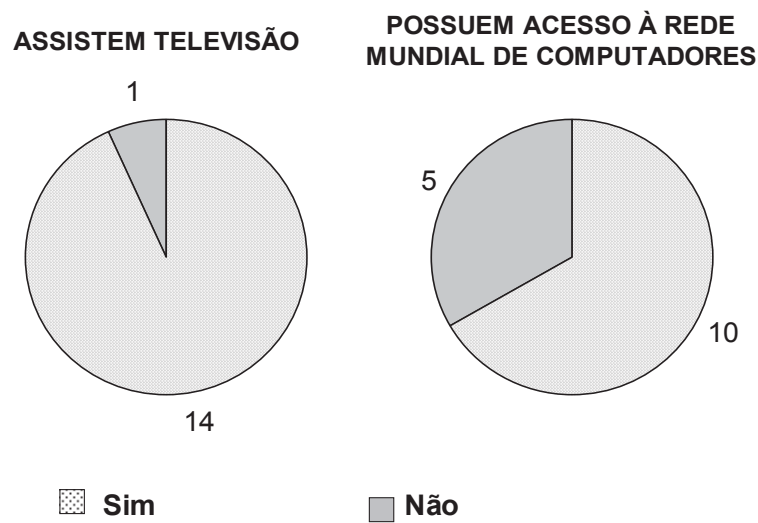
Figura 2 - As médias e o erro padrão estão apresentados: a ordenada representa o tempo de ida (min) e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E).

**FIGURA 3 – PRESENÇA DE INSTRUMENTOS DE MÍDIA (TELEVISÃO E *INTERNET*) NO COTIDIANO DOS ADOLESCENTES DO GRUPO CONTROLE**



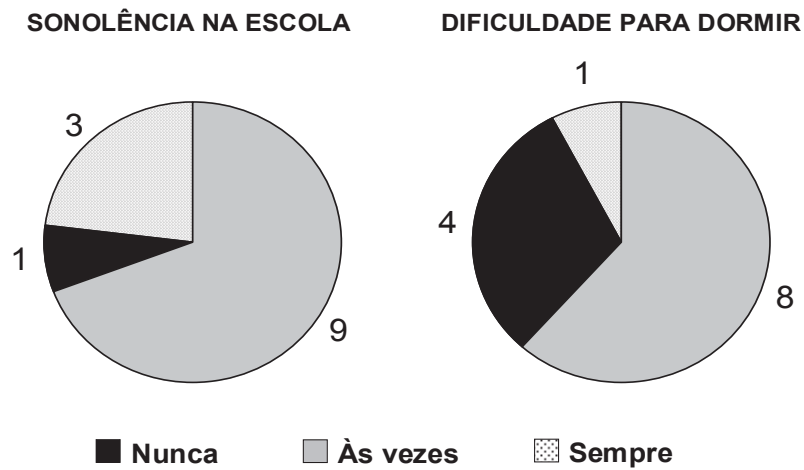
Os valores representam o nº de adolescentes de um total de 13.

**FIGURA 4 – PRESENÇA DE INSTRUMENTOS DE MÍDIA (TELEVISÃO E *INTERNET*) NO COTIDIANO DOS ADOLESCENTES DO GRUPO EXPERIMENTAL**



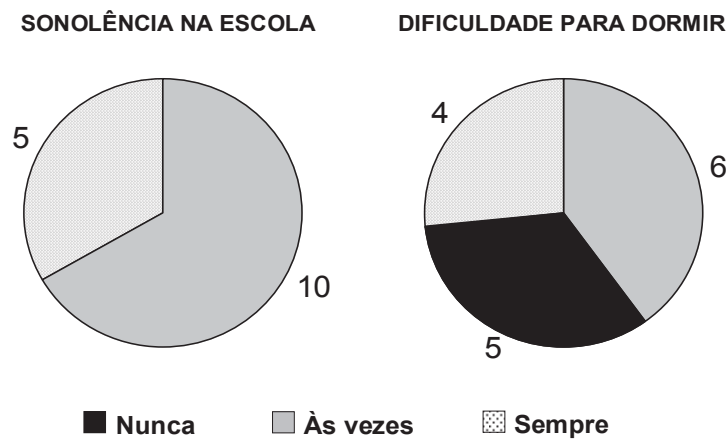
Os valores representam o nº de adolescentes de um total de 15.

**FIGURA 5 – NÚMERO DE ADOLESCENTES DO GRUPO CONTROLE QUE SE SENTIAM SONOLENTOS NA ESCOLA E QUE APRESENTAVAM DIFICULDADE PARA DORMIR**



Os valores representam o nº de adolescentes de um total de 13.

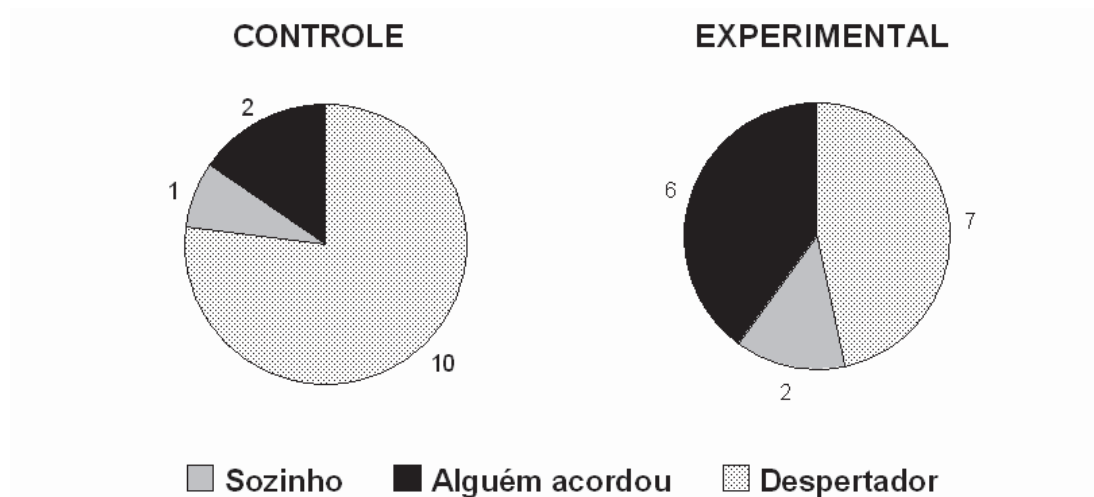
**FIGURA 6 – NÚMERO DE ADOLESCENTES DO GRUPO EXPERIMENTAL QUE SE SENTIAM SONOLENTOS NA ESCOLA E QUE APRESENTAVAM DIFICULDADE PARA DORMIR**



Os valores representam o nº de adolescentes de um total de 15.

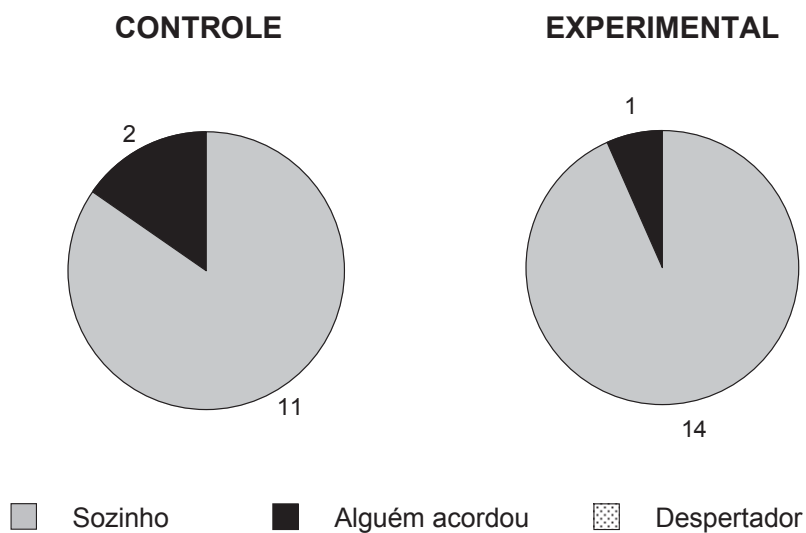


**FIGURA 7 – MODO DE DESPERTAR NOS DIAS LETIVOS RELATADO PELOS ADOLESCENTES**



Os valores representam o nº de adolescentes de um total de 13 no grupo controle e de 15 no experimental.

**FIGURA 8 – MODO DE DESPERTAR NOS FINAIS DE SEMANA RELATADO PELOS ADOLESCENTES**



Os valores representam o nº de adolescentes de um total de 13 no grupo controle e de 15 no experimental.

### 4.3 CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA

O quadro 2 mostra o número total de adolescentes (n= 28) distribuídos nas respectivas classes econômicas (A2, B1, B2 e C). As classes econômicas B1 e B2 são as classes que incluem a maior parte de estudantes: 13 e 10, respectivamente. Já a classe A2 inclui apenas 2 adolescentes; e a classe econômica C não inclui nenhum adolescente no grupo experimental.

**QUADRO 2 – CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA DOS ADOLESCENTES**

Grupos	Classes econômicas			
	A2	B1	B2	C
<b>Controle (n= 13)</b>	1	6	3	3
<b>Experimental (n= 15)</b>	1	7	7	0
<b>Total (n= 28)</b>	2	13	10	3

## 4.4 DADOS DE LUMINOSIDADE

### 4.4.1 Na escola

#### 4.4.1.1 Durante a intervenção

As intensidades luminosas mínimas, máximas e médias a que os grupos foram expostos durante a intervenção e registradas pelos actímetros estão mostradas no quadro 3.

**QUADRO 3 – LUMINOSIDADE REGISTRADA NO INÍCIO DA MANHÃ**

Grupos	Intensidade luminosa (lux)					
	Intervalo pré-intervenção (6h - 7h30min)			Intervenção (7h30min - 8h20min)		
	Min	Máx	Média	Min	Máx	Média
<b>Controle</b>	0,87	1450,04	262,14	19,62	387,71	109,47
<b>Experimental</b>	2,8	1655,17	251,82	13,63	3030,47	981,59

Durante a semana da intervenção, os adolescentes do grupo experimental assistiram à aula fora da sala de aula, expostos à luz solar e os do grupo controle, permaneceram dentro da sala de aula. Os dados de luminosidade dos dois grupos foram obtidos através dos luxímetros acoplados aos actímetros utilizado por três estudantes representativos de cada grupo.

Ainda nesta semana, a fim de comparar a luminosidade entre os dois grupos com dados registrados pelos actímetros, foram seleccionados dois intervalos de tempo: o primeiro das 6h às 7h30min, que compreende o percurso de ida da casa do estudante até a escola; e o segundo, das 7h30min às 8h20min, referente ao tempo de duração da intervenção luminosa.

Os valores médios obtidos no primeiro intervalo, das 6h às 7h30min, mostraram-se próximos ao se comparar o grupo controle ( $\bar{x}$  = 262,14) e o experimental ( $\bar{x}$  = 251,82). No segundo intervalo, das 7h30min às 8h20min, a comparação das médias de

luminosidade entre os dois grupos apontou, como se esperava, uma diferença maior, pois a média para o grupo controle foi de 109,47 lx, enquanto que para o experimental foi de 981,59 lx.

#### 4.4.1.2 Antes e após a intervenção

As intensidades luminosas mínimas, máximas e médias a que os dois grupos foram expostos nas semanas anterior e posterior à intervenção estão mostradas no quadro 4.

**QUADRO 4 – LUMINOSIDADE REGISTRADA ANTES E APÓS A INTERVENÇÃO**

Etapa	Grupos	Intensidade Luminosa* (lux)		
		Mínima	Máxima	Média
<b>Pré-intervenção</b>	Controle e experimental	95	500	252,5
<b>Pós-intervenção</b>	Controle e experimental	100	520	274,5

\* A média da luminosidade foi registrada através do luxímetro na sala de testes.

Os registros de luminosidade foram realizados através do luxímetro portátil na sala destinada à realização dos testes de desempenho (PVT) e de preenchimento da escala de sonolência de Karolinska pelos adolescentes de ambos os grupos. Na semana pré-intervenção, a intensidade luminosa a que os grupos foram expostos variou de 95 lx a 500 lx, cuja média dos cinco dias letivos foi de 252,5 lx. Nesta mesma sala, os dados de luminosidade também foram registrados na semana pós-intervenção, em que a média obtida foi de 274,5 lx, a qual variou de 100 lx a 520 lx.

#### 4.4.2 Fotoperíodo

O quadro 5 mostra a variação dos horários de nascer e de ocaso do Sol nos dias de coleta de dados referentes a cada etapa.

**QUADRO 5 – HORÁRIOS DE NASCER E DE OCASO DO SOL EM CURITIBA, PR, BRASIL**

<b>Etapa</b>	<b>Dia</b>	<b>Nascer*</b>	<b>Ocaso*</b>
-	25 de fevereiro	06:08	18:52
1	26 de fevereiro	06:09	18:51
1	27 de fevereiro	06:09	18:50
1	28 de fevereiro	06:10	18:49
1	1 de março	06:10	18:48
1	2 de março	06:11	18:47
2	12 de março	06:16	18:37
2	13 de março	06:16	18:36
2	14 de março	06:17	18:35
2	15 de março	06:17	18:34
2	16 de março	06:18	18:33
3	28 de maio	06:52	17:36
3	29 de maio	06:53	17:36
3	30 de maio	06:53	17:36
3	31 de maio	06:54	17:35
3	1 de junho	06:54	17:35
-	2 de junho	06:55	17:35

Informações obtidas no Anuário Interativo do observatório Nacional<sup>3</sup>; \* (h; min)

#### 4.5 O CICLO VIGÍLIA-SONO

<sup>3</sup> Endereço: <http://euler.on.br/ephemeris/index.php> acessado em 07-12-2007.

#### 4.5.1 Horário de dormir

##### 4.5.1.1 Horário de dormir durante a semana

A figura 9 apresenta as médias do horário de dormir. As análises mostraram que houve efeito do fator etapa ( $F= 3,30$ ;  $p< 0,05$ ) sobre o horário de dormir nos sete dias da semana, com uma tendência à antecipação do horário de dormir ao longo das etapas, embora na comparação *Post-hoc*, as médias dos horários de dormir não tenham diferido significativamente entre os grupos ou entre as etapas.

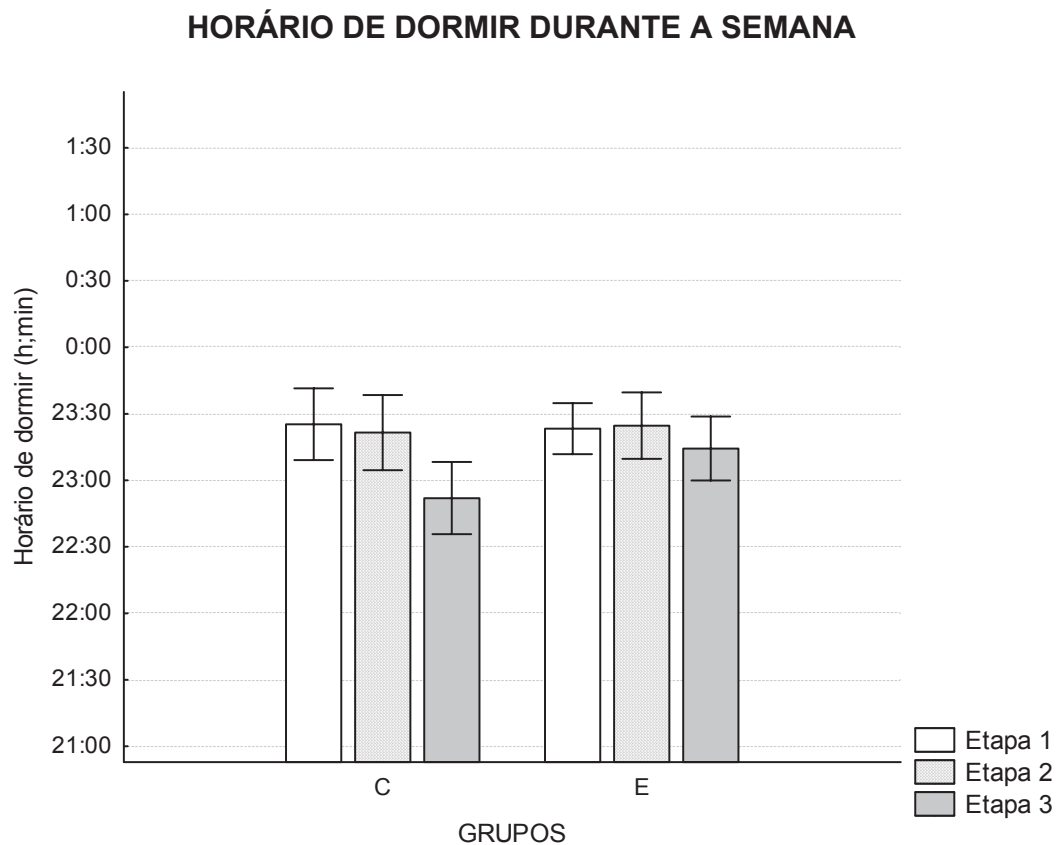


Figura 9. A ordenada representa o horário de dormir (h; min) e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

##### 4.5.1.2 Horário de dormir nos dias letivos

Na figura 10 são apresentados os dados dos dias letivos para o horário de dormir. As análises mostraram que não houve influência dos fatores condição ou etapa, mas apenas uma tendência de efeito do fator etapa ( $F= 2,91$ ;  $p= 0,06$ ), sugerindo uma antecipação do horário de dormir.

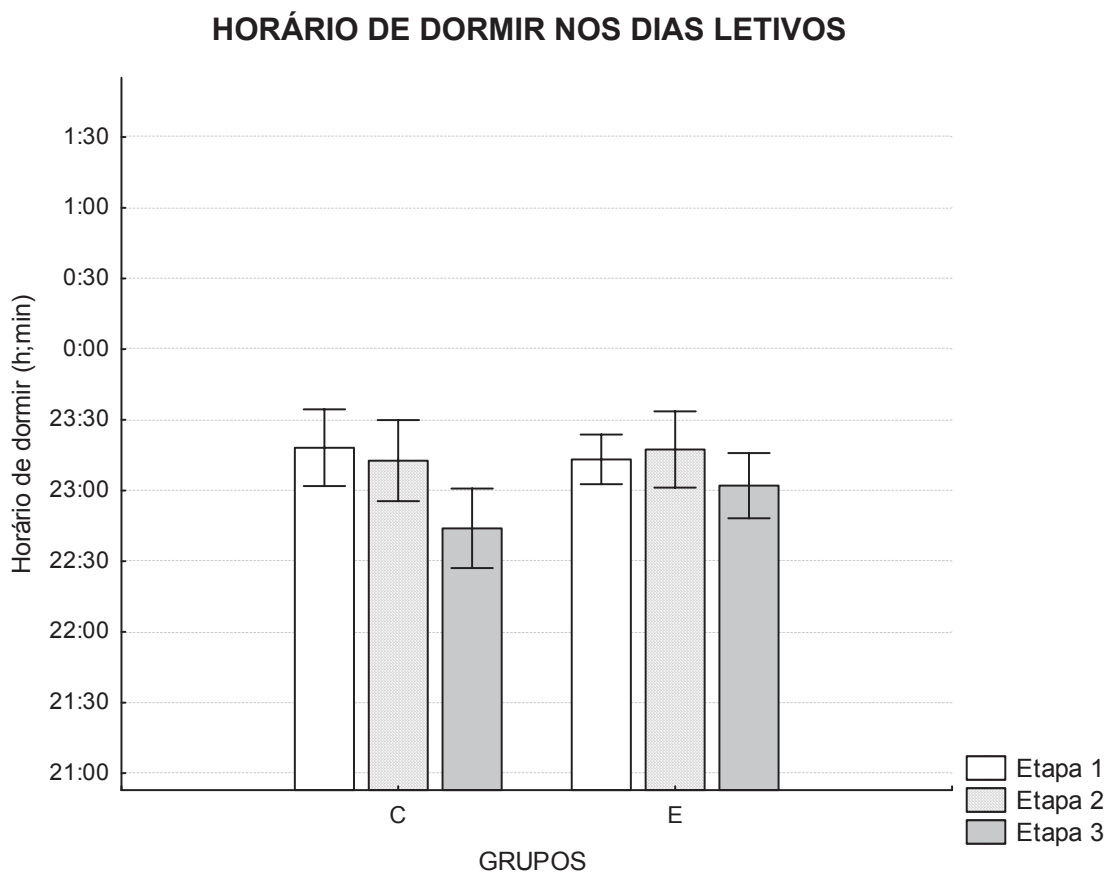


Figura 10. A ordenada representa o horário de dormir (h; min) e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

#### 4.5.1.3 Horário de dormir no final de semana

Na figura 11 são mostrados os dados de horário de dormir no final de semana, variável esta que não sofreu efeito do fator etapa ou do fator condição.

#### HORÁRIO DE DORMIR NO FINAL DE SEMANA

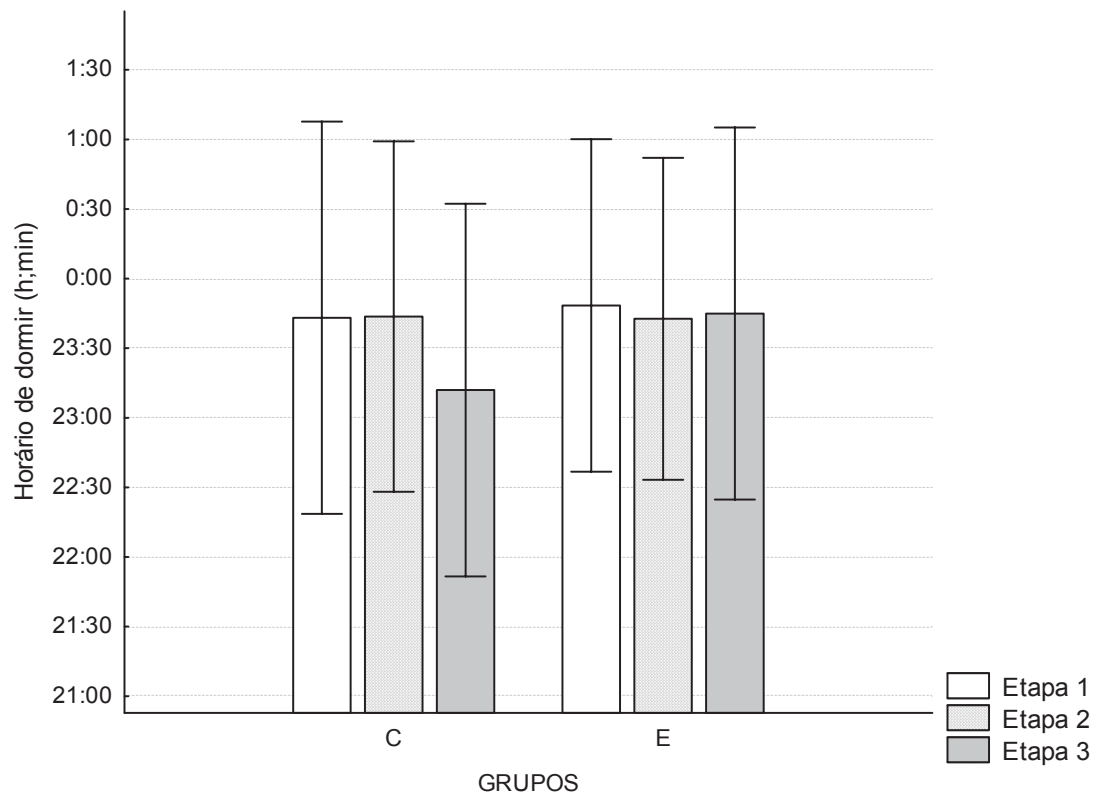


Figura 11. A ordenada representa o horário de dormir (h; min) e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

## 4.5.2 Horário de acordar

### 4.5.2.1 Horário de acordar durante a semana

A análise dos sete dias da semana mostrou que houve efeito do fator etapa ( $F=7,46$ ;  $p<0,01$ ) para os horários de acordar, como se observa na figura 12. O grupo experimental apresentou atraso no horário de acordar da etapa 3 ( $\hat{\delta}=7h28min$ ) para a etapa 1 ( $\hat{\delta}=7h04min$ ;  $p<0,05$ ) e uma tendência de atrasar o horário de dormir da etapa 2 ( $\hat{\delta}=7h08min$ ;  $p=0,08$ ) para a etapa 3. Entretanto, não se verificou efeito significativo da etapa no grupo controle.

## HORÁRIO DE ACORDAR DURANTE A SEMANA



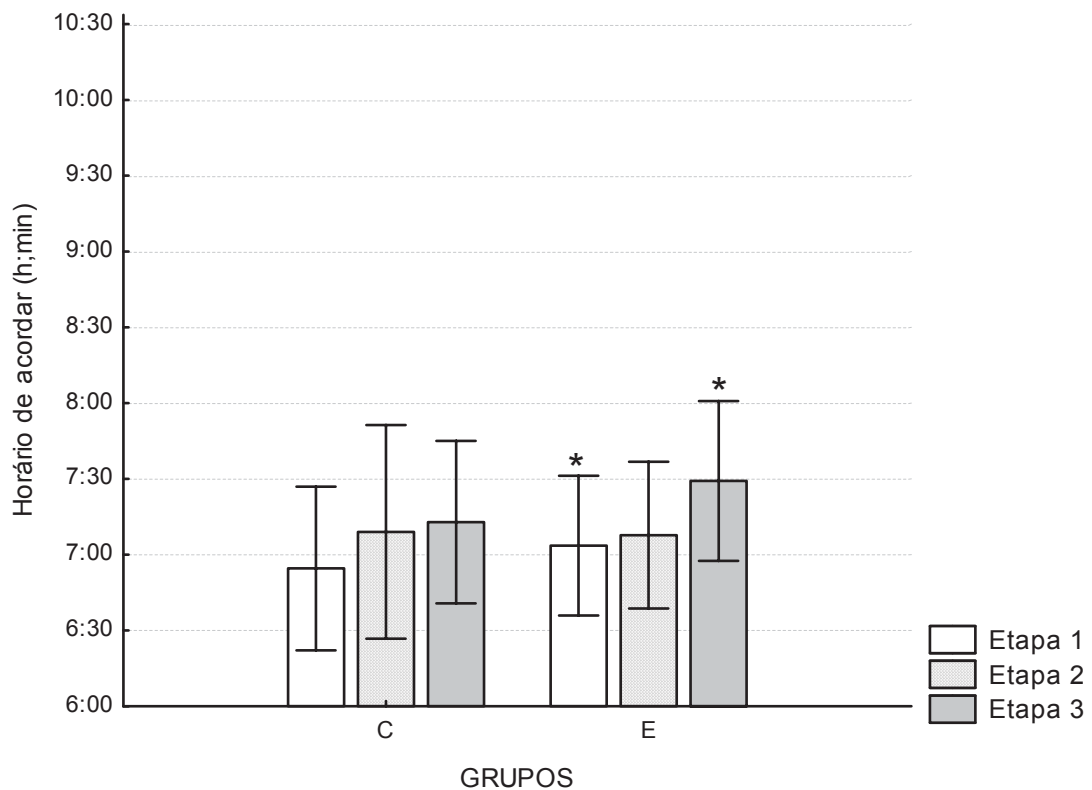


Figura 12. A ordenada representa o horário de acordar (h; min) e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

#### 4.5.2.2 Horário de acordar nos dias letivos

Os resultados das análises mostraram que houve efeito do fator da etapa ( $F=5,02$ ;  $p=0,01$ ) e uma tendência de efeito do fator condição ( $F=3,48$ ;  $p=0,07$ ) para o horário de acordar nos dias letivos. Porém, observou-se que os valores médios para a variável em questão não se modificaram significativamente entre os grupos ou a cada etapa, como mostra a figura 13.

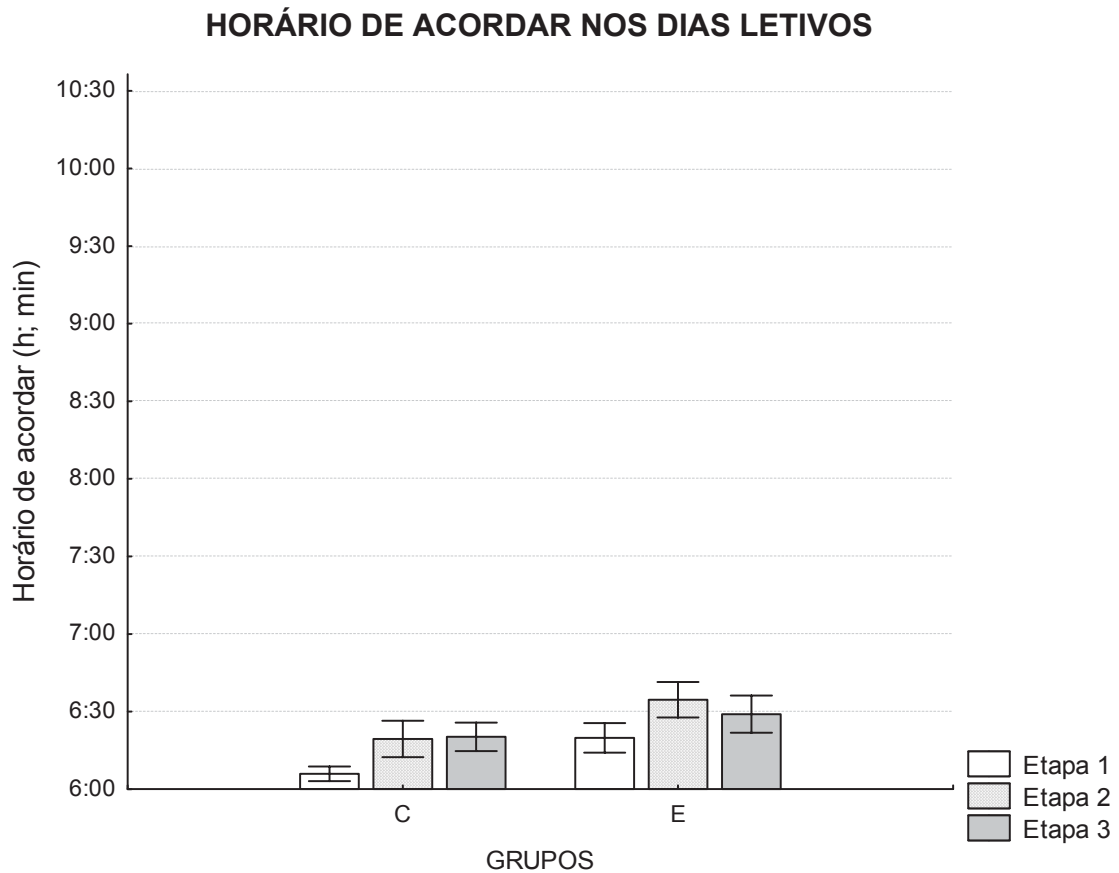


Figura 13. A ordenada representa o horário de acordar (h; min) e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

#### 4.5.2.3 Horário de acordar no final de semana

Considerando apenas o final de semana, foi verificado efeito do fator etapa ( $F=5,86$ ;  $p<0,01$ ) e uma tendência de efeito da interação entre os fatores condição e etapa ( $F=2,76$ ;  $p=0,07$ ) para o horário de acordar. A figura 14 mostra que o grupo experimental apresentou um atraso nos horários de acordar comparando a etapa 3 ( $\hat{\sigma}=9h59min$ ) com as etapas 1 ( $\hat{\sigma}=8h52min$ ;  $p<0,05$ ) e 2 ( $\hat{\sigma}=8h31min$ ;  $p<0,01$ ). As médias do grupo controle, entretanto, não variaram significativamente.

#### HORÁRIO DE ACORDAR NO FINAL DE SEMANA

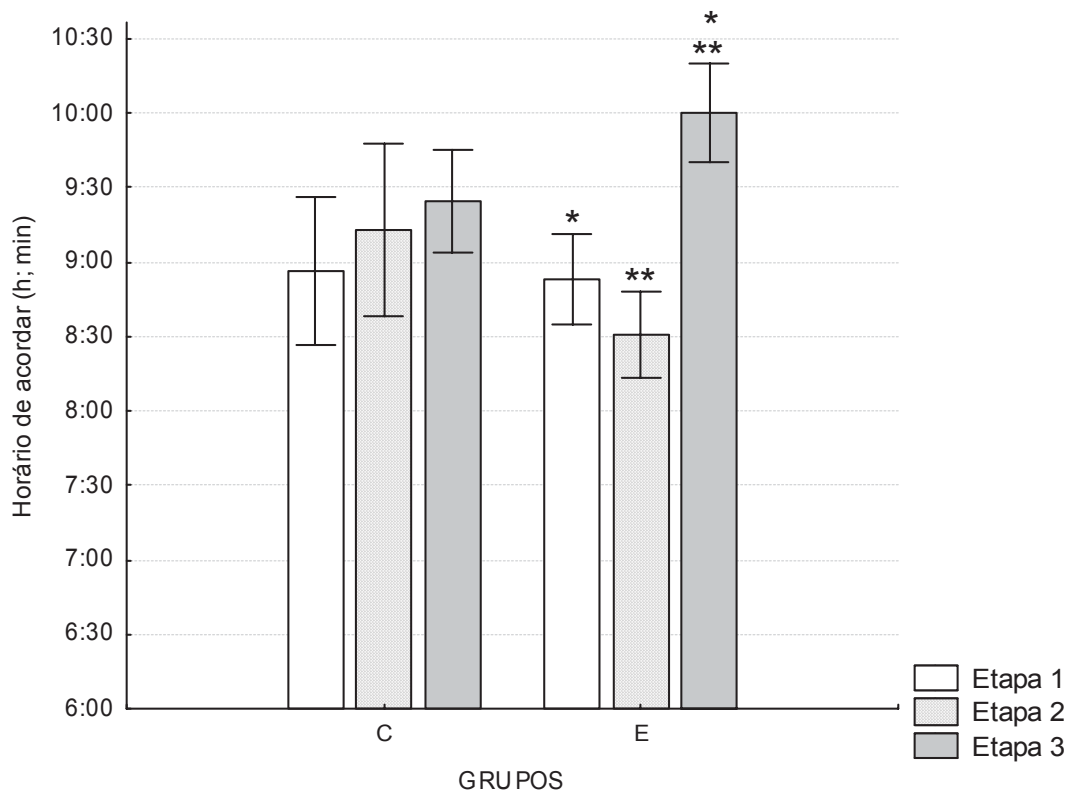


Figura 14. A ordenada representa o horário de acordar (h; min) e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

### 4.5.3 Tempo na cama

#### 4.5.3.1 Tempo na cama durante a semana

Ao se considerar os sete dias da semana, a análise dos dados revelou que houve efeito do fator etapa ( $F= 13,34$ ;  $p< 0,0001$ ) para a variável tempo na cama, como se observa na figura 15. No grupo controle, foi constatado aumento do tempo de permanência na cama da etapa 1 ( $\hat{\sigma}= 449,2$  min) para a etapa 3 ( $\hat{\sigma}= 500,9$  min;  $p< 0,01$ ). Considerando o grupo experimental, verificou-se, também, um maior tempo na cama da etapa 3 ( $\hat{\sigma}= 494,9$  min) em relação à etapa 1 ( $\hat{\sigma}= 456,2$  min;  $p< 0,05$ ). Assim, pode-se dizer que ambos os grupos permaneceram mais tempo na cama na terceira etapa, como se observa na figura 14.

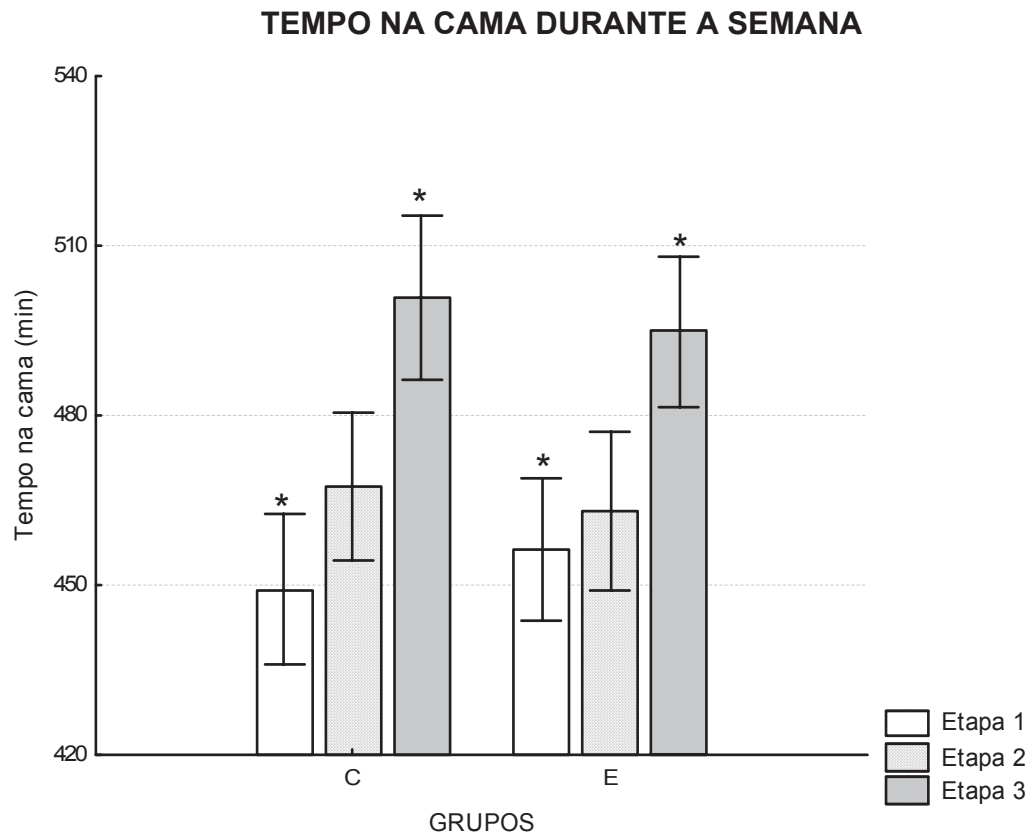


Figura 15. A ordenada representa o tempo na cama (min) e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

#### 4.5.3.2 Tempo na cama nos dias letivos

A figura 16 apresenta os dados referentes ao tempo na cama nos dias letivos, variável esta que sofreu influência do fator etapa ( $F = 7,24$ ;  $p < 0,01$ ). Não foram observadas variações significativas nas médias entre os grupos ou as entre as etapas, mas apenas uma tendência de o grupo controle permanecer maior tempo na cama da etapa 1 ( $\hat{\mu} = 448,1$  min;  $p = 0,08$ ) para a etapa 3 ( $\hat{\mu} = 494,6$  min)..

#### TEMPO NA CAMA NOS DIAS LETIVOS

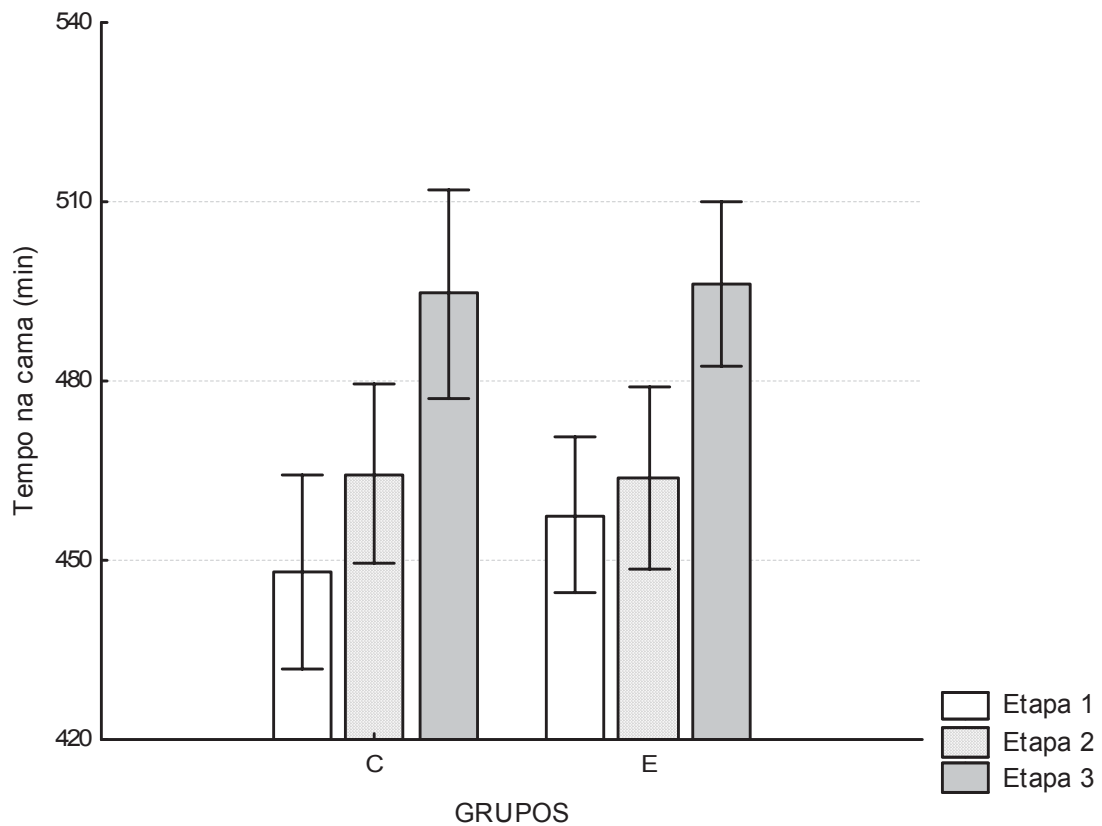


Figura 16. A ordenada representa o tempo na cama (min) e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

#### 4.5.3.3 Tempo na cama no final de semana

Das análises estatísticas, verificou-se um efeito do fator etapa ( $F= 5,26$ ;  $p< 0,01$ ) sobre o tempo na cama nos finais de semana. No entanto, considerando cada grupo separadamente, observou-se apenas uma tendência de aumento na média apresentada pelo grupo controle da etapa 1 ( $\hat{\sigma}= 452,1$  min;  $p= 0,09$ ) para a etapa 3 ( $\hat{\sigma}= 516,7$  min). No grupo experimental, entretanto, as diferenças encontradas não foram estatisticamente significantes, como mostra a figura 17.

#### TEMPO NA CAMA NO FINAL DE SEMANA

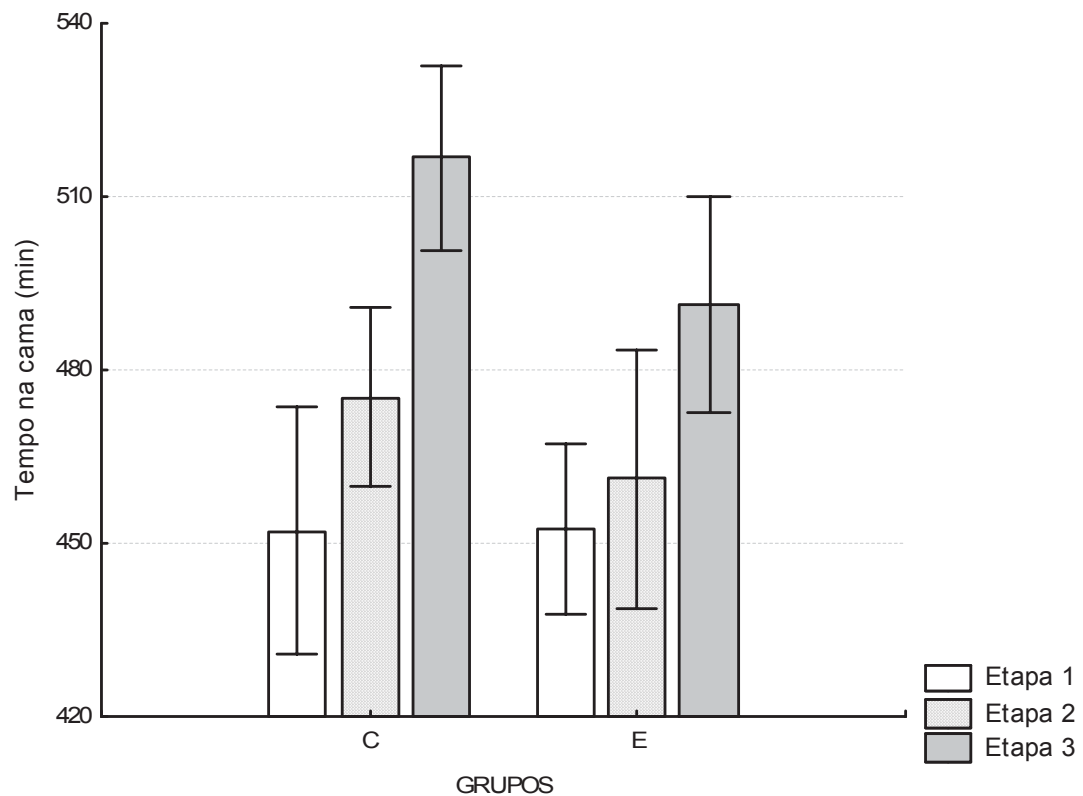


Figura 17. A ordenada representa o tempo na cama (min) e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

#### 4.6 MODO DE DESPERTAR AUTO-RELATADO PELOS ADOLESCENTES

As freqüências dos diferentes modos de despertar relatados pelos adolescentes foram representadas nos gráficos subseqüentes. As observações foram agrupadas por grupo e por etapa, como mostradas na figura 18.

A análise revelou que, considerando os dias letivos e os finais de semana, no grupo experimental não se observou variação significativa no número de despertares dentre as três diferentes maneiras. Porém, de acordo com o índice estatístico *Pearson chi-square*, no grupo controle foi constatado aumento nos despertares espontâneos (“sozinho”) e diminuição dos despertares mediados por despertador ( $\chi^2 = 9,59$ ;  $p < 0,05$ ). Pode-se dizer, portanto, que os adolescentes do grupo controle passaram a depender menos do despertador, acordando sozinhos com mais freqüência da primeira para a terceira etapa.

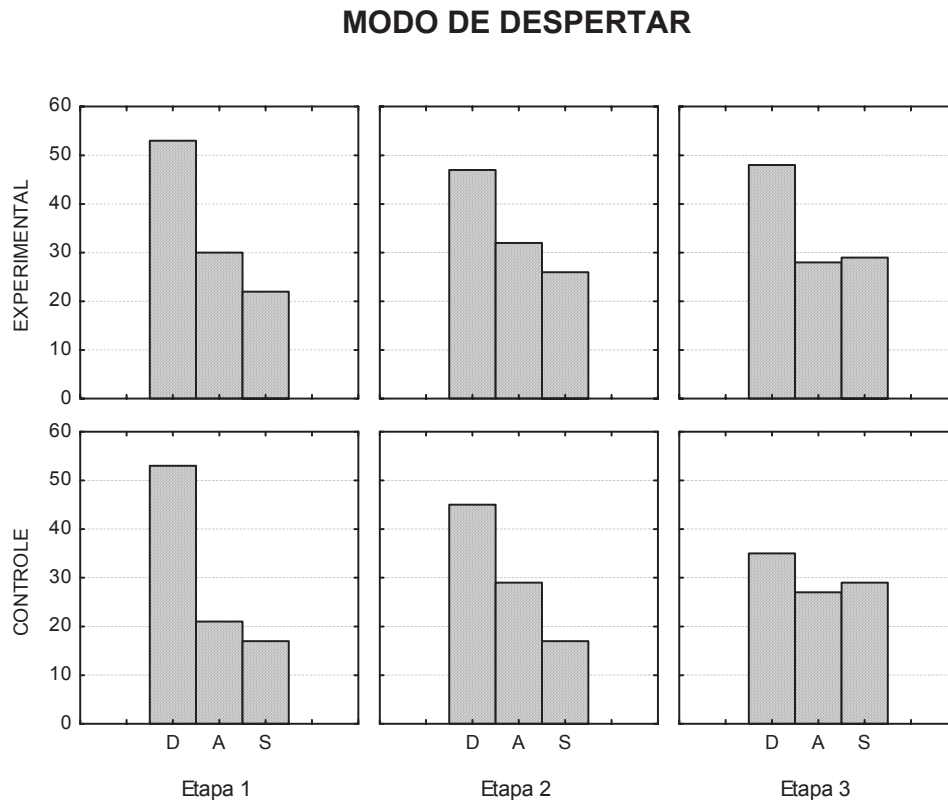


Figura 18. As ordenadas representam as frequências observadas para cada grupo: controle e experimental. As barras representam as observações referentes ao modo de despertar: “pelo despertador” (D), “alguém acordou” (A) e “sozinho” (S) a cada etapa (1, 2 e 3).

## 4.7 A SONOLÊNCIA SUBJETIVA

### 4.7.1 Sonolência subjetiva no primeiro momento

A figura 19 apresenta os valores obtidos para a variável sonolência subjetiva registrada no primeiro momento da manhã. De acordo com as análises dos dados, observou-se influência do fator condição ( $F= 6,15$ ;  $p< 0,05$ ) para a variável em questão. Na segunda etapa, foi registrada diferença entre os grupos, tendo sido a média do grupo experimental ( $\hat{\sigma}= 4,33$ ) maior do que a do controle ( $\hat{\sigma}= 3,05$ ;  $p< 0,01$ ). Não se verificou, porém, efeito do fator etapa sobre a variável estudada.

### SONOLÊNCIA SUBJETIVA NO PRIMEIRO MOMENTO

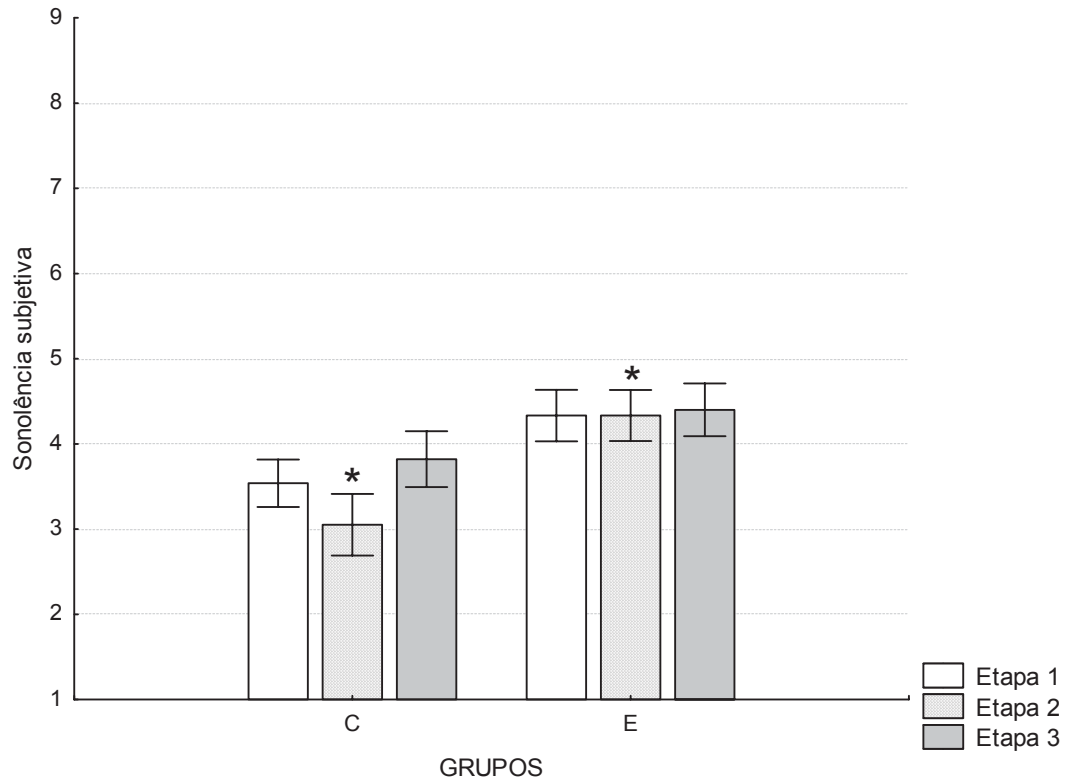


Figura 19. A ordenada representa o grau de sonolência e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

#### 4.7.2 Sonolência subjetiva no segundo momento

Os dados da variável sonolência subjetiva no segundo momento da manhã são mostrados na figura 20. Assim como no primeiro momento, não houve influência do fator etapa, mas sim do fator condição ( $F = 5,05$ ;  $p < 0,05$ ). Na primeira etapa, a média do grupo experimental ( $\hat{\sigma} = 3,69$ ) foi maior do que a do grupo controle ( $\hat{\sigma} = 2,49$ ;  $p < 0,01$ ), assim como na segunda etapa, na qual a média do grupo experimental ( $\hat{\sigma} = 3,95$ ) foi estatisticamente maior do que a média do grupo controle ( $\hat{\sigma} = 2,59$ ;  $p < 0,001$ ). Dessa forma, houve diferença entre os grupos nas duas primeiras etapas do estudo.

### SONOLÊNCIA SUBJETIVA NO SEGUNDO MOMENTO



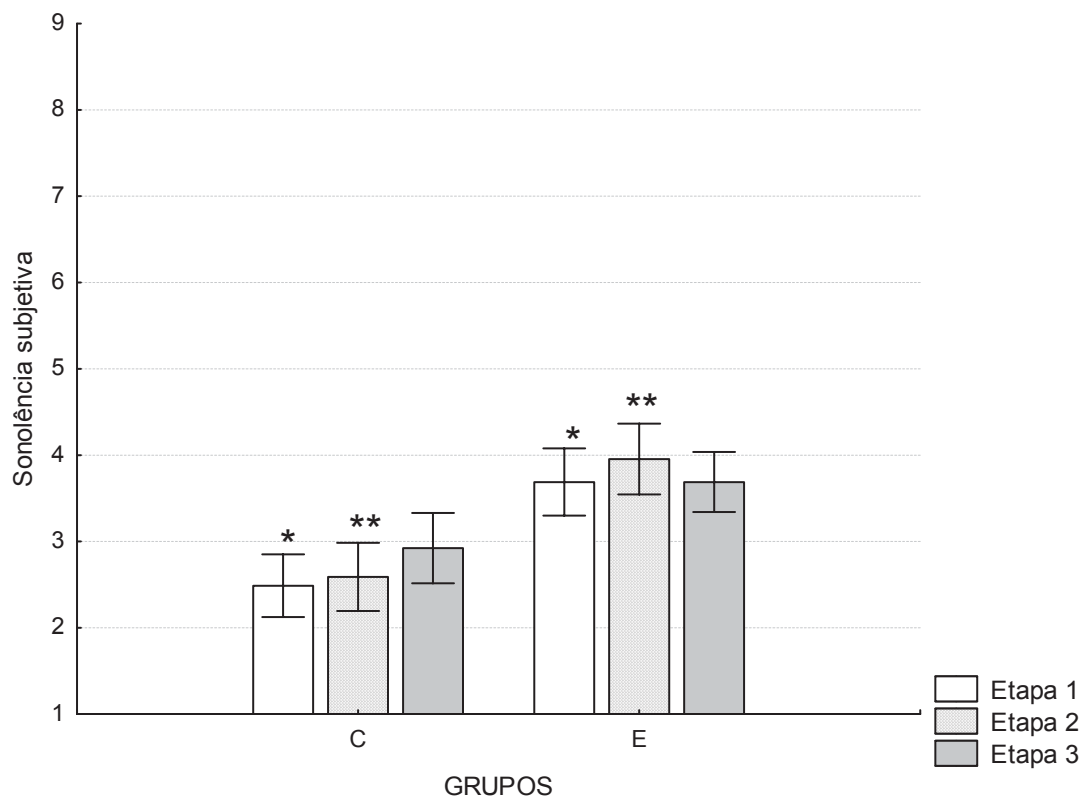


Figura 20. A ordenada representa o grau de sonolência e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

## 4.8 O DESEMPENHO PSICOMOTOR

### 4.8.1 Média dos tempos de reação (TRs)

#### 4.8.1.1 Média dos TRs no primeiro momento

Os resultados mostraram que a média dos TRs no primeiro momento da manhã sofreu influência do fator etapa ( $F= 10,52$ ;  $p< 0,001$ ). De acordo com a figura 21, observa-se que, no grupo controle, a média na etapa 3 ( $\hat{\sigma}= 484$  ms) foi maior do que na etapa 1 ( $\hat{\sigma}= 388$  ms;  $p< 0,05$ ). Já no grupo experimental, a média na etapa 2 ( $\hat{\sigma}= 511$  ms) foi estatisticamente maior do que na etapa 1 ( $\hat{\sigma}= 416$  ms;  $p< 0,05$ ).

#### MÉDIA DOS TEMPOS DE REAÇÃO (TRs) NO PRIMEIRO MOMENTO

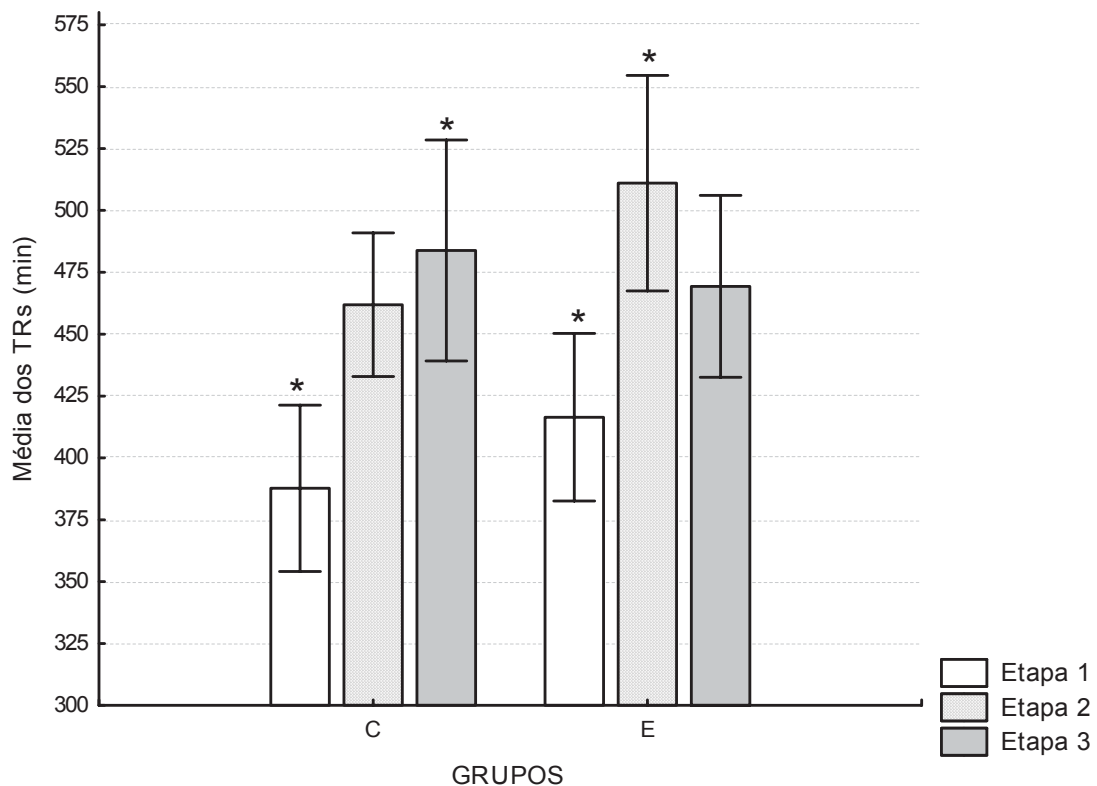


Figura 21. A ordenada representa o tempo de reação (ms) e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

#### 4.8.1.2 Média dos TRs no segundo momento

Para a variável tempo de reação no segundo momento da manhã, a análise dos dados revelou que houve efeito do fator etapa ( $F= 24,20$ ;  $p< 0,0000001$ ). No grupo controle, as médias dos TRs foram maiores nas etapas 2 ( $\hat{\sigma}= 492$  ms;  $p< 0,01$ ) e 3 ( $\hat{\sigma}= 506$  ms;  $p< 0,001$ ) do que na etapa 1 ( $\hat{\sigma}= 375$  ms). Da mesma forma, no grupo experimental, as médias dos TRs também foram maiores nas etapas 2 ( $\hat{\sigma}= 484$  ms;  $p< 0,05$ ) e 3 ( $\hat{\sigma}= 529$  ms;  $p< 0,001$ ) do que na etapa 1 ( $\hat{\sigma}= 399$  ms). Assim, os adolescentes de ambos os grupos se apresentaram mais lentos nos testes de PVT a cada etapa, como mostra a figura 22.

#### MÉDIA DOS TEMPOS DE REAÇÃO (TRs) NO SEGUNDO MOMENTO

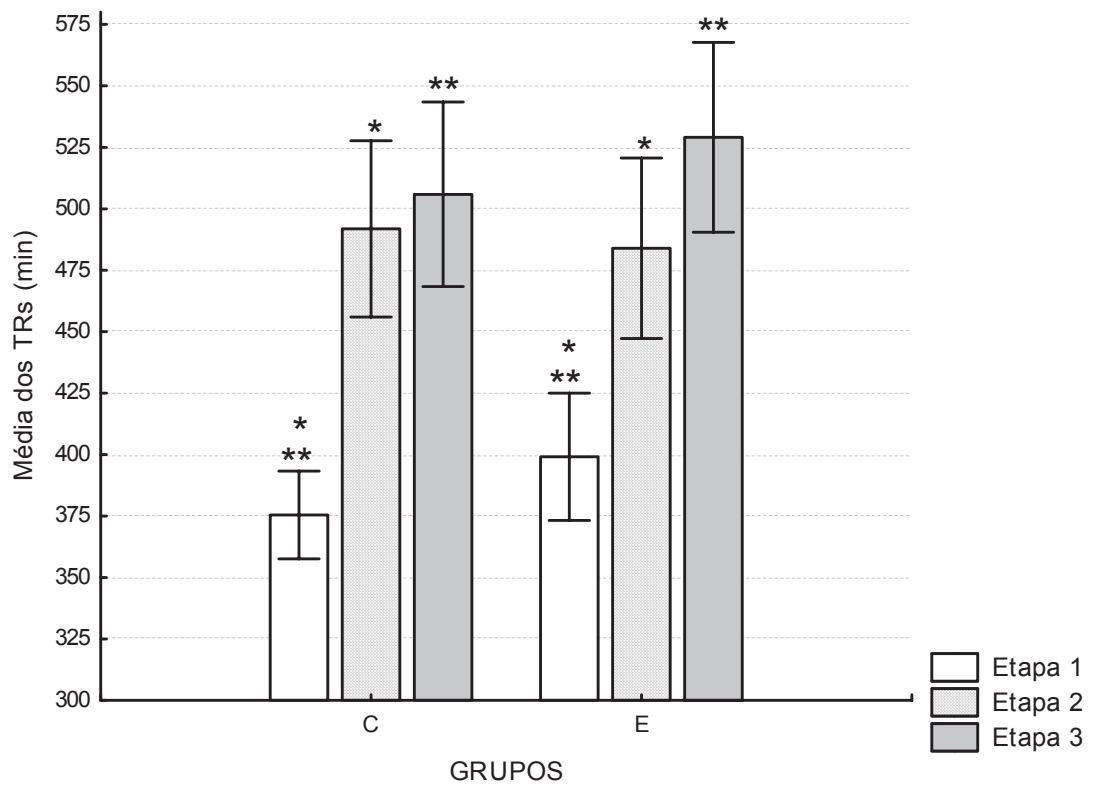


Figura 22. A ordenada representa o tempo de reação (ms) e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

#### 4.8.2 Média das antecipações

##### 4.8.2.1 Médias das antecipações no primeiro momento

Na figura 23 são mostrados os dados de antecipações no PVT no primeiro momento da manhã. A variável sofreu influência do fator etapa ( $F= 5,89$ ;  $p< 0,01$ ). Entretanto, as médias não diferiram significativamente entre os grupos ou a cada etapa, tendo havido apenas uma tendência de o grupo controle apresentar aumento na média da etapa 1 ( $\hat{\sigma}= 5,2$ ) para a etapa 2 ( $\hat{\sigma}= 27,3$ ;  $p= 0,06$ ).

#### MÉDIA DE ANTECIPAÇÕES NO PRIMEIRO MOMENTO

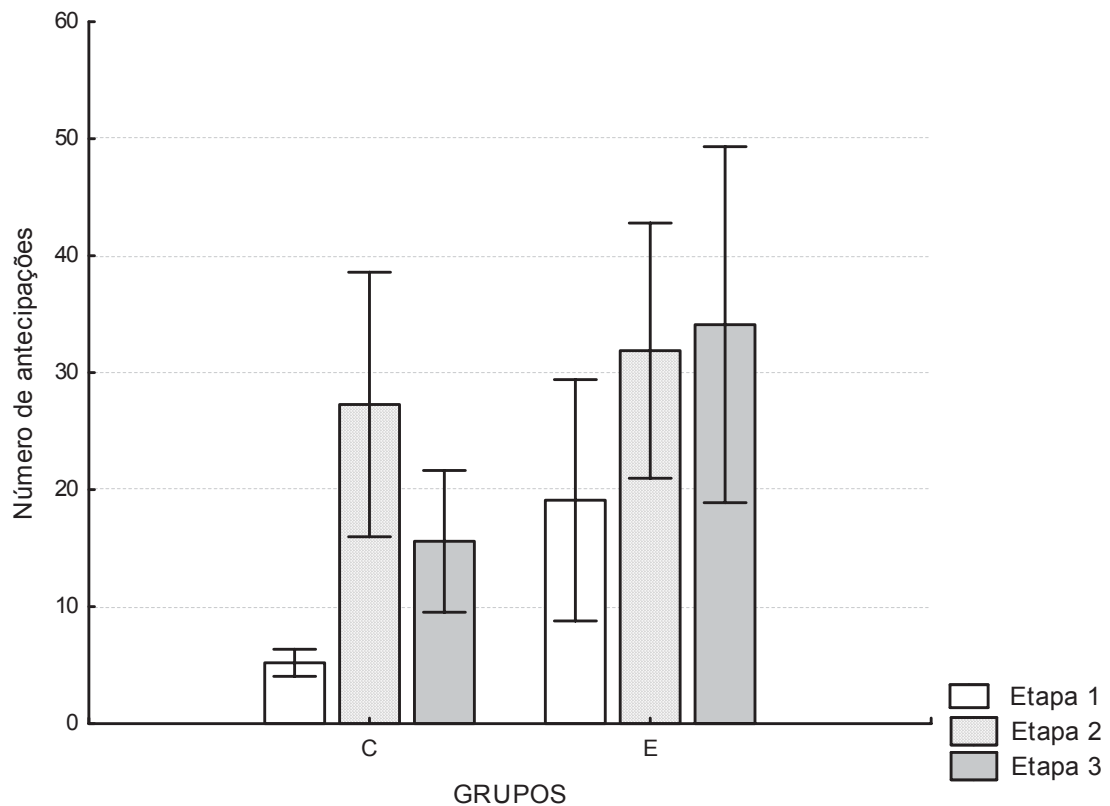


Figura 23. A ordenada representa o número de antecipações e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

#### 4.8.2.2 Médias das antecipações no segundo momento

A figura 24 apresenta o resultado da análise dos dados de antecipações no segundo momento da manhã. Assim como no primeiro momento, no segundo também foi verificado efeito do fator etapa na variável média de antecipações ( $F= 4,34$ ;  $p< 0,05$ ). Todavia, as médias não variaram significativamente entre os grupos a cada etapa.

#### MÉDIA DE ANTECIPAÇÕES NO SEGUNDO MOMENTO

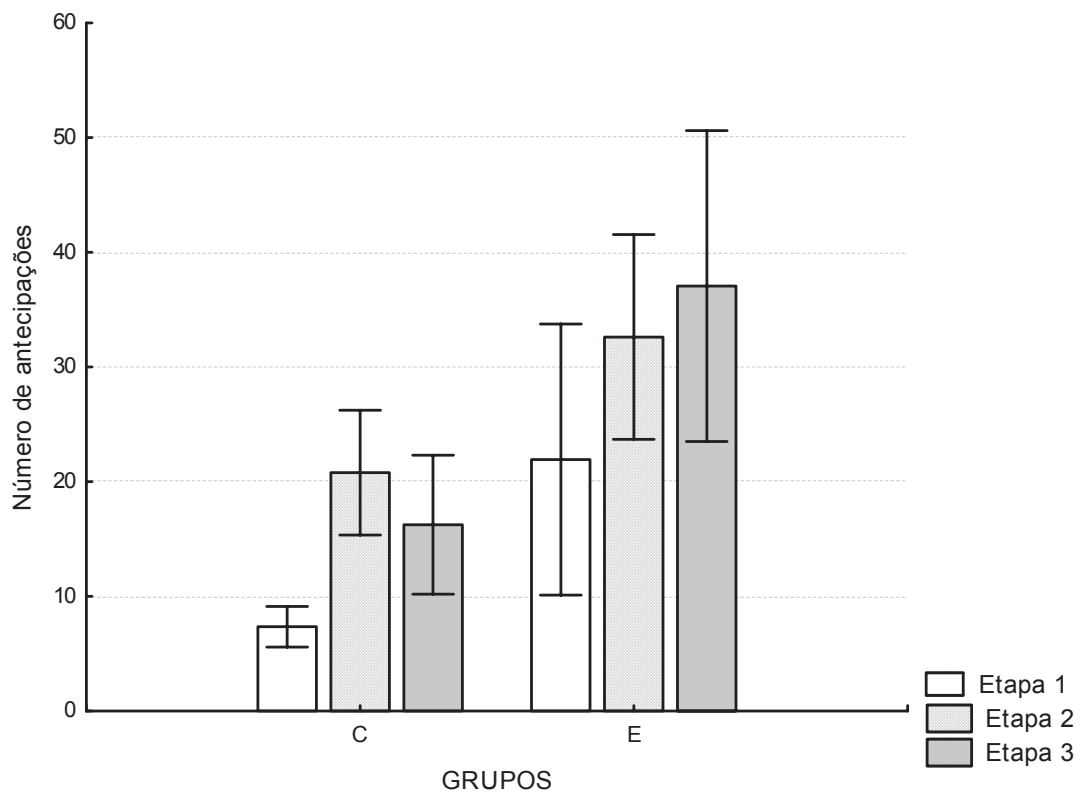


Figura 24. A ordenada representa o número de antecipações e a abscissa, para os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

### 4.8.3 Média dos lapsos

#### 4.8.3.1 Média dos lapsos no primeiro momento

Para as médias dos lapsos no teste de PVT no primeiro momento da manhã, observou-se influência do fator etapa ( $F = 17,00$ ;  $p < 0,00001$ ), como se pode observar na figura 25. O grupo controle apresentou aumento na média ao se comparar as etapas 2 ( $\hat{\sigma} = 17,63$ ;  $p < 0,05$ ) e 3 ( $\hat{\sigma} = 21,9$ ;  $p < 0,001$ ) com a etapa 1 ( $\hat{\sigma} = 9,1$ ). Já no grupo experimental, detectou-se uma tendência a um aumento ao se comparar a etapa 1 ( $\hat{\sigma} = 12,1$ ) com a etapa 3 ( $\hat{\sigma} = 19,1$ ;  $p = 0,05$ ).

### MÉDIA DOS LAPSOS NO PRIMEIRO MOMENTO

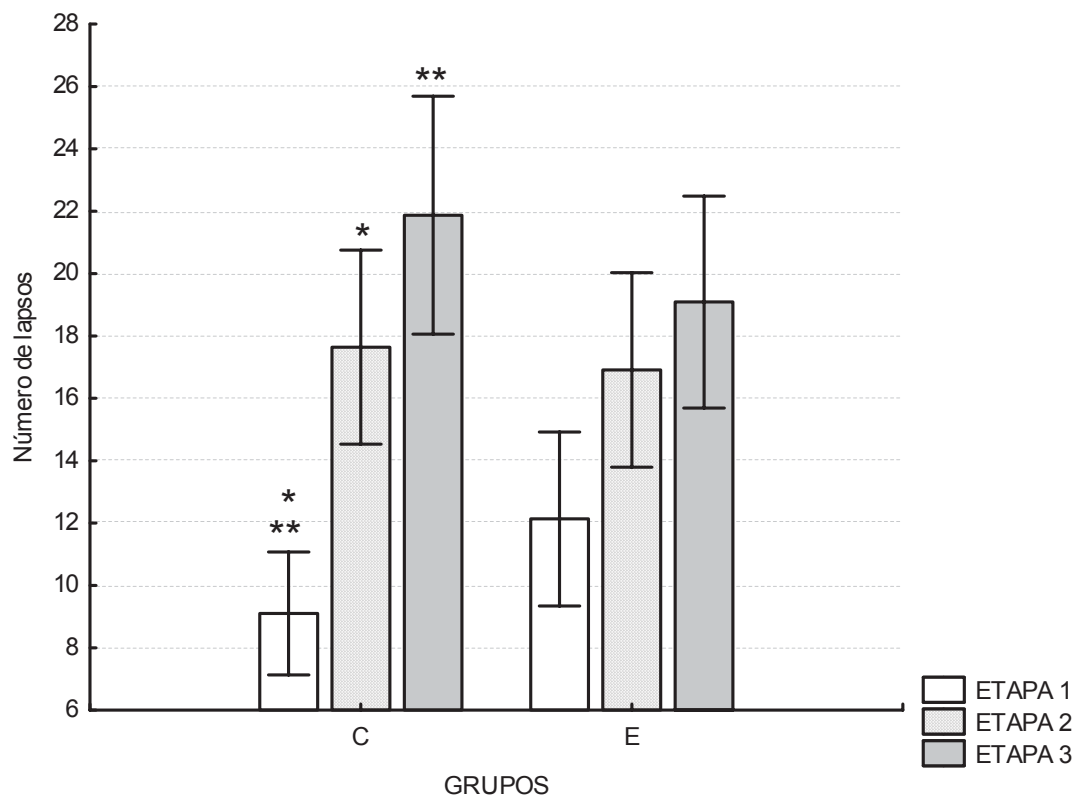


Figura 25. A ordenada representa o número de lapsos e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

#### 4.8.3.2 Média dos lapsos no segundo momento

A figura 26 apresenta os dados de lapsos no segundo momento da manhã, variável esta que sofreu influência do fator etapa ( $F= 26,36$ ;  $p< 0,0000001$ ). Para o grupo controle, houve um aumento da média de lapsos na etapa 2 ( $\hat{\sigma}= 19,3$ ;  $p< 0,01$ ) e na etapa 3 ( $\hat{\sigma}= 23,1$ ;  $p< 0,001$ ) quando comparados com a etapa 1 ( $\hat{\sigma}= 9,3$ ). Já para o grupo experimental, foi observado um aumento significativo da média na etapa 3 ( $\hat{\sigma}= 19,9$ ;  $p< 0,001$ ) quando comparada à etapa 1 ( $\hat{\sigma}= 10,2$ ). Houve aumento na média de ambos os grupos na terceira etapa comparada à primeira etapa, reforçando o resultado obtido no primeiro momento da manhã.

#### MÉDIA DOS LAPSOS NO SEGUNDO MOMENTO

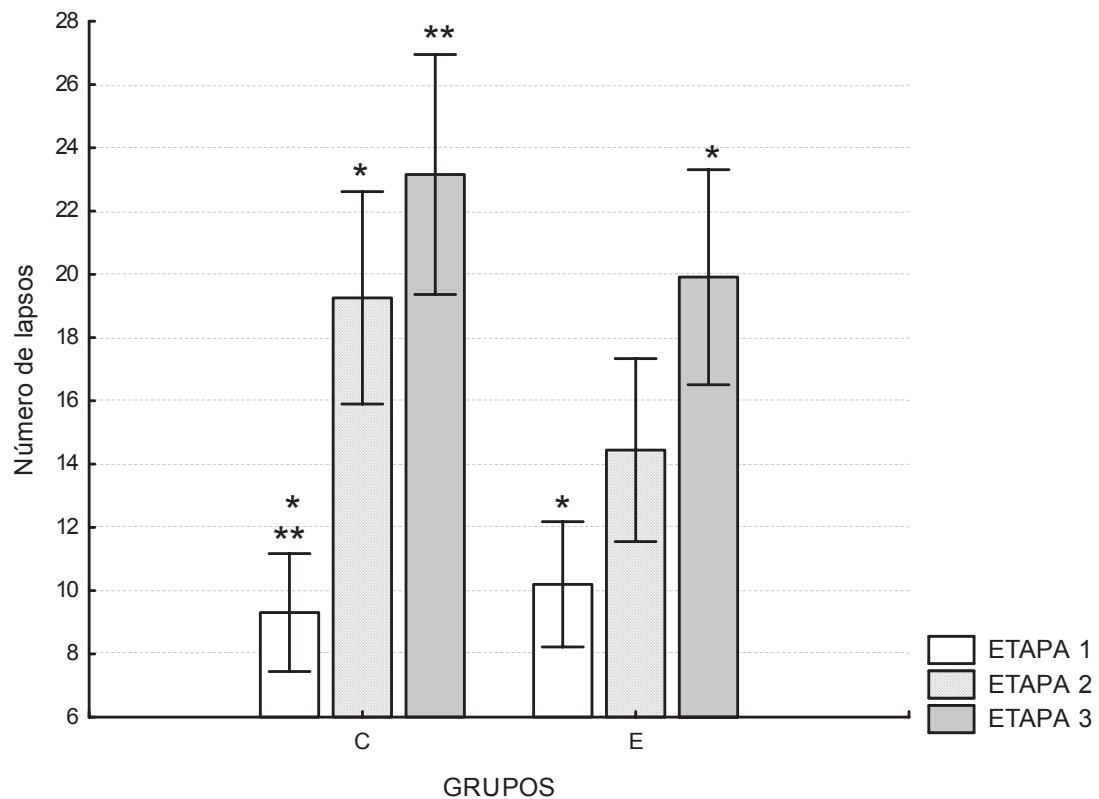


Figura 26. A ordenada representa o número de lapsos e a abscissa, os grupos controle (C) e experimental (E) nas 3 etapas. As barras representam as médias e o erro padrão: branca, na primeira etapa; hachurada, na segunda etapa; cinza, na terceira etapa.

## 4.9 INFLUÊNCIA DO HORÁRIO NA SONOLÊNCIA SUBJETIVA E NO DESEMPENHO PSICOMOTOR

### 4.9.1 Sonolência subjetiva

Na tabela 2, pode-se observar, na primeira etapa, uma diminuição da sonolência no grupo controle ( $p < 0,01$ ) e apenas uma tendência à mesma no experimental ( $p = 0,09$ ) do primeiro para o segundo momento do teste.

Na segunda etapa, a sonolência não variou entre os momentos em nenhum dos dois grupos, não havendo, portanto, influência do momento de realização do teste.

As análises mostraram que, na terceira etapa, o grau de sonolência diminuiu no segundo momento do teste tanto para o grupo controle ( $p < 0,01$ ) quanto para o experimental ( $p < 0,05$ ).

**TABELA 2 - MÉDIA DA SONOLÊNCIA SUBJETIVA NOS DOIS MOMENTOS**

Grupo	Horário	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Controle	8h	3,54 (1,00) *	3,05 (1,30)	3,82 (1,18) **
(n= 13)	11h	2,49 (1,31) *	2,59 (1,42)	2,92 (1,47) **
Experimental	8h	4,33 (1,17)	4,33 (1,16)	4,40 (1,2) ***
(n= 15)	11h	3,69 (1,51)	3,95 (1,59)	3,69 (1,35) ***

Os valores representam as médias  $\pm$  desvio padrão; e os asteriscos, os graus de significância: \* $p < 0,01$ ; \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,05$ .

#### 4.9.2 Média dos tempos de reação

As médias dos TRs dos grupos controle e experimental não diferiram entre os dois momentos analisados tanto na primeira quanto na segunda etapa do estudo, como mostra a tabela 3.

Na terceira etapa, todavia, apenas no grupo experimental se observou diferença, ou seja, maior média do TR no segundo momento ( $p < 0,05$ ).

**TABELA 3 - MÉDIA DOS TEMPOS DE REAÇÃO (TRs) NOS DOIS MOMENTOS**

Grupo	Horário	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Controle	8h	387,74 (121,14)	461,92 (104,57)	483,82 (160,9)
(n= 13)	11h	375,44 (64,43)	491,82 (129,33)	505,87 (135,38)
Experimental	8h	416,44 (131,17)	511,02 (168,54)	469,31 (142,33)*
(n= 15)	11h	399,11 (100,35)	483,93 (142,34)	529,067 (149,6)*

Os valores representam as médias  $\pm$  desvio padrão e o asterisco, o grau de significância: \*  $p < 0,05$ .



### 4.9.3 Média das antecipações

Como representado na tabela 4, as análises das médias das antecipações revelaram que, para a média de antecipações, não houve influência do momento de realização do teste entre os grupos ou ao longo das etapas estudadas.

**TABELA 4 - MÉDIA DE ANTECIPAÇÕES NOS DOIS MOMENTOS**

Grupo	Horário	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Controle (n= 13)	8h	5,20 (4,15)	27,28 (40,74)	15,59 (21,84)
	11h	7,36 (6,39)	20,79 (19,64)	16,26 (21,84)
Experimental (n= 15)	8h	19,11 (39,94)	31,89 (42,25)	34,11 (58,90)
	11h	21,93 (45,78)	32,62 (34,57)	37,07 (52,50)

Os valores representam as médias  $\pm$  o desvio padrão.

### 4.9.4 Média dos lapsos

Para a variável média de lapsos, a tabela 5 mostra que não houve influência do horário em que os testes foram realizados em nenhuma das etapas para nenhum dos dois grupos.

**TABELA 5 - MÉDIA DE LAPSOS NOS DOIS MOMENTOS**

Grupo	Horário	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
Controle (n= 13)	8h	9,10 (7,1)	17,64 (11,22)	21,87 (13,75)
	11h	9,31 (6,72)	19,26 (12,10)	23,15 (13,68)
Experimental (n= 15)	8h	12,13 (10,8)	16,91 (12,07)	19,09 (13,16)
	11h	10,2 (7,67)	14,44 (11,20)	19,91 (13,16)

Os valores representam as médias  $\pm$  desvio padrão.

## 5 DISCUSSÃO

O principal objetivo do nosso estudo foi averiguar o efeito da exposição à luz solar no início da manhã e do ano letivo sobre o CVS, a sonolência diurna e o desempenho psicomotor de adolescentes com idade entre treze (13) e dezesseis (16) anos. Segundo nossa hipótese, a estimulação luminosa nas primeiras horas do dia e no retorno às aulas contribuiria para um avanço de fase dos ritmos circadianos, adiantando os horários de dormir e de acordar e, assim, acelerando o processo de ajuste à rotina escolar. Na transição das férias para o início do ano letivo, provavelmente os adolescentes apresentar-se-iam privados de sono (HANSEN et al., 2005) enquanto seus ritmos biológicos não se ajustassem aos horários escolares. Por conseguinte, um avanço nesses ritmos far-se-ia mais necessário neste retorno às aulas (DUFFY et al., 1996) para evitar o débito de sono assim como suas conseqüências: sonolência diurna e queda no desempenho escolar.

Nossos resultados mostraram, entretanto, que não houve efeito da intervenção luminosa sobre o CVS, a sonolência diurna ou o desempenho psicomotor. Os adolescentes submetidos à intervenção, assim como aqueles do grupo controle, não apresentaram aumento do tempo na cama ou avanço nos horários de dormir e de acordar após a intervenção luminosa.

Resultado semelhante foi observado em estudo recente, cuja intensidade luminosa foi controlada, sendo 100 lx no grupo controle e 1800 lx no experimental. Este trabalho também averiguou o efeito da luz sobre o CVS, humor e desempenho de adolescentes e, apesar de seus valores de luminosidade serem bastante distintos dos do presente estudo, o efeito da intervenção luminosa nos referidos parâmetros também não foi observado (HANSEN et al., 2005). Anteriormente, outro estudo avaliou o grau de alerta de sujeitos após administração de luz branca intensa à noite. Não houve melhora do alerta em nenhuma das medidas realizadas, tais como estimativa subjetiva, dados eletroencefalográficos e outros testes de desempenho (LAVOIE et al., 2003). No nosso trabalho, durante a intervenção, que ocorreu entre 7h30min e 8h20min durante cinco dias consecutivos, o grupo experimental foi exposto a uma luminosidade média de 981,6 lx, mas atingiu valores de 3030,5 lx; enquanto que o grupo controle, que

permaneceu em sala de aula, se expôs a uma luminosidade média de 109,5 lx chegando a um máximo de 387,7 lx.

Há algumas possíveis justificativas para a não obtenção dos resultados esperados. No presente estudo, o padrão de sono foi investigado no início do ano letivo coincidindo com o verão, estação na qual a fotofase se inicia mais cedo e é mais longa do que a fase de escuro. Essas condições contribuiriam para a exposição de ambos os grupos à luz natural desde o despertar até o início das aulas, às 7h30min. De acordo com nossos registros de luminosidade efetuados no percurso de casa até a escola, os grupos controle e experimental foram, de fato, expostos a intensidades médias próximas, embora inferiores àquelas observadas durante a intervenção. Todavia, a média de luminosidade a qual se expôs o grupo experimental antes da intervenção pode ter sido suficiente para exercer algum efeito arrastador no sistema circadiano dos adolescentes. Alguns achados importantes embasam esta hipótese, como o de Boivin e Czeisler (1998) que mostraram que o sistema de temporização é sensível a intensidades luminosas baixas, por exemplo, 180 lx, ao contrário do que se imaginava anteriormente. Estudos de Klerman e equipe (1996) e de Boivin e colaboradores (1996) mostraram que o efeito arrastador da luz não obedece necessariamente a uma curva linear que relacione as magnitudes da intensidade da luz com as dos seus efeitos.

Em conformidade com os dados obtidos no início do estudo sobre o meio de locomoção utilizado pelos estudantes até a escola, constatou-se que o mesmo número de estudantes utilizou ônibus (seis) e carro (três) tanto no grupo controle quanto no experimental. A pé foram seis - o dobro - no grupo experimental e três no grupo controle; e, neste último, apenas um utilizou bicicleta. O fato de não haver nenhum adolescente do grupo experimental situado na classe econômica "C" poderia justificar a utilização de meios de locomoção adotado nos grupos. Todavia, o modo de transporte ou a situação sócio-econômica não teriam influenciado significativamente o tempo de deslocamento de casa até a escola e, principalmente, o tempo de exposição à luz nesse intervalo de tempo. A análise do tempo despendido na locomoção não revelou diferença estatística entre os grupos: o controle levou, em média, 16 minutos, enquanto que o experimental, 19,2 minutos. Pode-se dizer, portanto, que o tempo de deslocamento observado em ambos os grupos não justificariam a tendência de efeito

do fator condição (ou grupo) no horário de acordar, ou seja, tendendo o grupo controle a acordar mais cedo.

Já é de amplo conhecimento que pulsos de luz em diferentes momentos circadianos podem deslocar a fase de sono em humanos adultos (HONMA & HONMA, 1988). Recentemente, Carskadon e colaboradores (2004) sugeriram que a sensibilidade do sistema circadiano à luz pode mudar durante o desenvolvimento puberal de maneira que a tendência a um atraso de fase de sono se acentue. De acordo com a hipótese destes pesquisadores, haveria, na adolescência, um aumento na sensibilidade à luz no final da fase clara e uma menor sensibilidade à luz no final da fase escura. A maior sensibilidade à luz ao final do dia somada à menor pressão homeostática de sono à noite, resultaria em uma maior probabilidade de ocorrer um atraso de fase nessa etapa do desenvolvimento (CARSKADON et al., 2004). Assim, essa variação na responsividade do sistema de temporização circadiano seria um dos componentes responsáveis pelo conhecido atraso de fase verificado na adolescência e, possivelmente, pela ausência de efeito da intervenção deste estudo.

Ainda com relação à sensibilidade do sistema de temporização circadiano, cabe discorrer sobre a complexidade de um dos seus componentes, a glândula pineal. Esta é regulada pelos NSQs e é responsável pela secreção de melatonina durante a noite ou na ausência de luz. A ação da glândula pineal é, então, dependente de estímulo fótico e de um controle circadiano. Estudos têm mostrado que seu mecanismo de secreção de melatonina é bastante complexo: sua resposta ao estímulo fótico não segue um padrão linear (BOIVIN et al., 1996; KLIERMAN et al, 1996); e é bastante sensível a intensidades luminosas relativamente baixas (BOIVIN & CZEISLER, 1998), como já comentado anteriormente; sendo ainda capaz de se adaptar a certas condições de estimulação fótica que perdurem certo tempo (SMITH et al., 2004).

Esta última característica, de adaptação, foi observada nos trabalhos de Smith e colaboradores (2004) e de Rufiange e equipe (2007). No primeiro, após exposição prévia diferenciada de dois grupos (a 0,5 lx e 200 lx, cada um) durante a fase clara, houve maior supressão de melatonina no grupo iluminado previamente a 0,5 lx quando exposto, posteriormente, à luminosidade de 200 lx no início da fase escura. No mesmo sentido, o segundo estudo revelou que uma maior exposição à luz natural durante o dia

estaria correlacionada a uma maior supressão de melatonina pela luz à noite (RUFIANGE et al., 2007). Esses resultados mostraram que a história fótica prévia altera o padrão de secreção de melatonina à noite e, portanto, que o sistema de temporização é capaz de se adaptar às condições luminosas as quais é exposto (SMITH et al., 2004). Dessa forma, a história fótica dos adolescentes torna-se uma informação relevante em estudos de intervenção luminosa como o nosso. Uma vez controlada, a análise da exposição fótica prévia poderia revelar uma eventual adaptação do sistema de temporização dos adolescentes. Ainda, se os adolescentes se expuseram à luz natural intensa durante o dia, possivelmente estariam menos susceptíveis ao efeito arrastador – de atraso - da luz artificial à noite.

Apesar de não ter sido detectada influência da intervenção, os adolescentes dos dois grupos permaneceram maior tempo na cama na última etapa. As diferenças encontradas entre a primeira e terceira etapa podem ser interpretadas como resultado do efeito arrastador dos horários escolares; ou da variação dos horários de nascer e ocaso do sol; ou, até mesmo, como resultado da interação de ambos. Ambas as possibilidades também justificariam a tendência dos adolescentes dos dois grupos permanecerem cada vez mais tempo na cama ao longo do semestre letivo.

Descartado o efeito esperado da intervenção, pode-se cogitar que houve um ajuste, ao menos parcial, à rotina escolar caracterizando o efeito arrastador dos horários escolares. Os estudantes teriam ajustado suas preferências por horários de dormir e de acordar aos horários escolares.

Um dos achados do estudo em questão seria a possível ocorrência de um ajuste dos ritmos biológicos dos adolescentes à mudança sazonal do ciclo C/E, isto é, do fotoperíodo. A época do ano em que o estudo se realizou teria compreendido uma variação considerável do fotoperíodo. Ao se verificar a variação do horário de nascer e de ocaso do Sol entre fevereiro e junho, nota-se um atraso no horário de nascer e um adiantamento no ocaso. Da transição da estação de verão à de inverno, resulta uma redução da fotofase e a conseqüente extensão da fase de escuro teria sido acompanhada por um aumento no tempo de permanência na cama por parte dos adolescentes. No início da primeira etapa, a fase clara perdurou 12h42min, enquanto que a fase escura, 11h18min. Ao final da terceira etapa, a fase clara perdurou

10h41min e a fase escura, 12h19min. O início da fase escura se antecipou em 1h16min e, concomitantemente, seu término se atrasou em 45min. A fase escura, portanto, se estendeu 2h02min do início ao final do estudo.

Confrontando os dados do fotoperíodo com os do CVS dos adolescentes do início ao final do estudo, notou-se que o avanço no horário de dormir foi de 38 min, enquanto que no de escurecer foi de 1h16min. Já o atraso no horário de acordar foi de 22 min e no amanhecer, de 45 min. Embora a média do aumento do tempo de permanência na cama tenha sido de 45,2 min, de menor magnitude do que a extensão da fase escura, pode-se considerar a influência do fotoperíodo uma hipótese plausível.

O achado sobre a relação entre os ritmos biológicos e o fotoperíodo abre espaço para uma especulação acerca do papel do ciclo C/E como sincronizador. Como se sabe, os NSQs recebem informações fóticas ou não fóticas e atuam na expressão dos ritmos biológicos visando a facilitar o ajuste do ritmo endógeno ao ambiental. Inseridos num determinado contexto fótico natural, os indivíduos podem apresentar um padrão de exposição à luz dos mais variados, seja com relação à duração, ao horário ou a intensidade luminosa da exposição. Dessa forma, o ciclo C/E atuaria como um pano de fundo fótico e exerceria seu papel sincronizador de maneira mais ou menos eficaz de acordo com a exposição dos indivíduos a ele. Isto é, a exposição ao ciclo C/E natural seria mediada principalmente por pistas não fóticas das mais variadas e que permeiam a rotina social dos indivíduos. Portanto, dependendo desta rotina, haverá maior ou menor exposição à luz solar, influenciando a sensibilidade do sistema de temporização circadiano à mesma e, conseqüentemente, a sincronização. No nosso caso, pode-se dizer que o ciclo C/E se sobressaiu sobre as outras pistas não fóticas, permitindo que os ritmos biológicos dos adolescentes se sincronizassem às pistas fóticas, mais especificamente ao fotoperíodo, já que o atraso no amanhecer foi acompanhado pelo atraso no horário de acordar no grupo experimental. Reforçando essa idéia, Roenneberg e sua equipe (2007) defenderam que, mesmo que os indivíduos estejam totalmente sincronizados com pistas sociais, o ciclo C/E ainda exerce seu papel. Segundo o pesquisador, “quando nós dormimos, nós fechamos nossos olhos e, na maioria das vezes, evitamos a luz e quanto maior a exposição à luz solar, maior seriam a força desse sincronizador e o ajuste dos nossos ritmos biológicos ao mesmo”.

Entretanto, cabe ressaltar que o atraso no horário de acordar verificado no grupo experimental resulta, na verdade, do efeito significativo observado no final de semana. Decorrente disso, pode-se ainda especular acerca da ocorrência de um possível efeito “rebote” no final de semana na tentativa de sanar o débito, já que os adolescentes se mostraram privados de sono durante os dias letivos.

Retomando a questão de adaptação à rotina escolar, a análise do modo de acordar relatado pelos adolescentes mostrou que despertares mediados por despertador diminuíram, assim como os despertares espontâneos aumentaram da primeira para a terceira etapa no grupo controle. Essa menor dependência de despertador ou de outrem para despertar ou uma maior facilidade para o mesmo justificariam tanto a idéia de que houve uma adaptação dos horários de dormir e de acordar aos horários escolares, quanto um ajuste dos mesmos à variação do fotoperíodo. Esse fato ainda reforça a ausência de efeito da intervenção verificada, visto que a diferença verificada no modo de despertar foi significativa apenas no grupo controle.

Outro fato a ser considerado é a média da sonolência subjetiva observada: os valores médios máximos verificados nos grupos controle e experimental (considerando os dois momentos da manhã nas 3 etapas) foram 3,82 ( $\pm 1,18$ ) e 4,40 ( $\pm 1,2$ ), respectivamente. Os valores obtidos no nosso estudo não ultrapassaram o valor 5, que corresponderia ao estado “nem alerta, nem sonolento” da escala de sonolência utilizada. De acordo com esses parâmetros, as médias revelam que os adolescentes se enquadrariam entre os estados de “alerta” e “nem alerta, nem sonolento”; não se apresentaram, portanto, necessariamente sonolentos durante o estudo e nem se tornaram ao longo do mesmo (ÅKERSTEDT & GILLBERG, 1990).

Considerando que a média do tempo de permanência na cama no início do estudo foi de 7h32min, pode-se dizer que, de fato, os adolescentes apresentaram-se parcialmente privados de sono no início das aulas, visto que o tempo médio encontrado estaria aquém do que seria ideal, ao menos 8h30min de sono por noite (GAU & SOONG, 1995; CARSKADON et al., 1998). No entanto, apesar de haver uma privação parcial, os dados de sonolência subjetiva não refletiram esta privação, como citado anteriormente. Ao final do estudo, entretanto, a média de permanência na cama

aumentou para 8h18min, revelando uma diminuição da privação, tendo a média se aproximado do ideal para esta fase do desenvolvimento. Cabe ainda ressaltar que o término do horário de verão imediatamente antes do início do estudo assumiu papel de grande importância no processo de adaptação: os adolescentes passaram a contar com uma hora de atraso no seu dia.

Com relação ao desempenho psicomotor, não houve uma redução do tempo de reação, o que refletiria um maior alerta. Além do mais, os resultados dos testes não apontaram diferenças entre os dois momentos da manhã, diferentemente dos dados de sonolência subjetiva, que apresentaram queda significativa no grau estimado do primeiro para o segundo momento da manhã na etapa 1 no grupo controle e na etapa 3 em ambos os grupos. Seria esperada uma associação entre as duas variáveis, como observado em estudos anteriores (Kaida et al., 2006b). Seus resultados mostraram relação essencialmente linear entre os dados de média de TR e de lapsos (ambos do PVT) com dados de sonolência subjetiva (KSS). Por conseguinte, especula-se que os dados de desempenho psicomotor obtidos refletiram, em parte, a falta de motivação dos adolescentes frente a uma bateria de testes realizada duas vezes pela manhã, nos cinco dias da semana e nas três etapas do estudo. O fato de os testes terem sido considerados enfadonhos ou monótonos pelos adolescentes pode ter prejudicado o desempenho dos mesmos e, por isso, o instrumento não teria detectado as possíveis variações no desempenho psicomotor semelhantes àquelas verificadas nos dados de sonolência subjetiva. Isso pôde ser mais bem verificado nos dados da segunda etapa (pós-intervenção), na qual se esperava verificar justamente o efeito da intervenção. Ademais, esta etapa pode ter sido a mais prejudicada devido à proximidade temporal com a primeira etapa, o que exacerbaria a falta de motivação causada pela monotonia dos testes. Cabe ainda especular a respeito de que resultados de PVT mais fidedignos estariam relacionados às consequências destes na vida do sujeito. Dessa forma, se um bom desempenho repercutir em consequências positivas, provavelmente os sujeitos esforçar-se-iam na obtenção de bons resultados. Assim, talvez o PVT seja um bom método de avaliação à medida que seu resultado seja relevante ou implique determinadas consequências ao sujeito.



Por fim, nosso estudo revelou que a intervenção luminosa pode não ser uma estratégia eficaz na tentativa de diminuir o débito de sono decorrente da volta às aulas, ao menos em locais como a cidade de Curitiba, Estado do Paraná, Brasil.

Nosso estudo apresentou algumas dificuldades e limitações, as quais devem ser consideradas em futuras pesquisas que envolvam adolescentes e seu CVS.

As dificuldades iniciais foram encontradas durante a coleta de dados. Apesar do reconhecimento da importância do estudo por parte da direção da escola e dos professores e da aprovação prévia da coleta de dados pelos mesmos, passou a haver um descontentamento por parte de alguns professores. Isto pois os alunos se retiravam da sala de aula e se dirigiam à sala de registro de dados interrompendo as aulas e, não raro, dos mesmos professores, pois o fato ocorria duas vezes pela manhã de cada dia. Alguns professores mostraram-se, então, desconfortáveis com a situação, embora tivessem assumido um compromisso inicial com o estudo. Por este motivo, consideramos que a coleta de dados apenas uma vez pela manhã seria suficiente para analisar os parâmetros estipulados e interferiria menos na rotina escolar dos alunos.

Com relação à intervenção, dever-se-ia estipular um horário de exposição à luz solar mais susceptível ao efeito de adiantamento de fase do sono provocado pelo sincronizador natural. Sugere-se adotar um horário em que o sistema de temporização circadiano dos adolescentes apresente maior sensibilidade possível ao arrastamento. Aqui cabe retomar a importância da relação de fase entre o amanhecer e os horários de acordar, visto que quanto menor a distância temporal entre eles, maior a possibilidade de se obter o avanço de fase de sono. Assim, o horário adequado de exposição seria o mais cedo possível a partir do amanhecer.

Outro ponto importante a ser considerado é o registro da história fótica prévia dos adolescentes a fim de conhecer seu padrão de exposição luminosa e, quiçá, justificar ou não a eficácia da intervenção. O ideal, então, seria controlar rigidamente a exposição solar de ambos os grupos a fim de que uma eventual exposição prévia não interfira no efeito da intervenção. Descartamos a utilização de óculos escuros, um procedimento metodológico para evitar exposição à luz solar, no grupo controle durante o percurso até a escola, por exemplo, porque nosso objetivo não era estudar o efeito da luz pela manhã. Nossa questão inicial era se maiores incidência ou intensidade de luz

no início da manhã acelerariam o ajuste do CVS de adolescentes na volta às aulas. Por isso, testamos uma intervenção luminosa justamente no cotidiano escolar visando sua futura aplicabilidade.

O número reduzido de actímetros com luxímetro foi um fator limitante no estudo, uma vez que não se pôde averiguar a variação da intensidade luminosa de todos os adolescentes, mas apenas de uma parcela representativa de ambos os grupos. Somase a isso o uso inadequado dos instrumentos pelos adolescentes. Sendo estes de punho, os sensores de luminosidade podem ter sido ocasionalmente cobertos pela blusa, o que impediu o registro adequado da variação luminosa. Por conseguinte, o registro descontínuo limitaria a inferência e a comparação correta dos referidos dados entre os dois grupos. Cientes destes empecilhos procedimentais, estudos posteriores deveriam enfatizar orientações sobre a correta utilização destes instrumentos ou, até mesmo, buscar alternativas, como aparelhos cujos sensores de luz se prendem externamente à roupa dos sujeitos na altura da lapela.

O horário de verão e o Carnaval (festa comemorativa nacional flexível, de 16 a 20 de fevereiro no ano de 2007) representaram um obstáculo na nossa tentativa de flagrar o padrão de sono dos adolescentes logo no início do ano letivo, que se deu em 12 de fevereiro. Consideramos, então, que a rotina escolar consolidar-se-ia efetivamente somente após o Carnaval e após o término do horário de verão (25 de fevereiro), por isso o estudo se iniciou no dia seguinte. É possível que o término do horário de verão possa ter auxiliado a adaptação dos adolescentes tanto do grupo controle quanto do experimental à rotina escolar recém imposta.

Uma forma de averiguar se o aumento no tempo de permanência na cama resultou do ajuste ao aumento da fase escura durante o estudo seria estudar o segundo semestre letivo. Assim, verificar-se-ia se o tempo na cama diminuiria acompanhando a diminuição da fase escura esperada ao se aproximar da estação mais quente e iluminada, a de verão. Em seu trabalho, Hansen e colaboradores (2005) não verificaram, mas sugeriram uma possível adaptação do CVS à variação fotoperiódica. Ademais, sugeriram um estudo longitudinal por cerca de quatro anos com os adolescentes, pois, assim, seria possível acessar os dados em condições normais e averiguar variações intra-individuais.

Com relação aos resultados do PVT, caberia investigar mais acerca da sensibilidade do teste como instrumento de medida objetiva de sonolência. De grande relevância também seria buscar estratégias que motivassem continuamente os adolescentes a realizarem os testes de maneira que os resultados não sejam prejudicados devido a um eventual desestímulo.

Nossos resultados sugerem que intervenções com o uso da luz no início da manhã com o objetivo de modificar a expressão do CVS em cidades como Curitiba, que têm grande incidência de luz, principalmente no verão, teriam pouco efeito sobre o sistema de temporização. Os horários escolares matutinos já cumpririam o papel de aumentar a exposição matutina à luz, pois expõem os adolescentes à luz natural logo pela manhã, durante o trajeto para a escola. Intervenções com o objetivo de reduzir a exposição à luz no início da noite seriam mais eficazes em auxiliar o ajuste dos ritmos biológicos aos horários escolares. A ausência do efeito de intervenções, como a realizada no presente estudo, reforça a necessidade da implantação de mudanças na organização escolar, como, por exemplo, o atraso no início das aulas, de maneira a atender às necessidades de sono dos adolescentes.

## 6 CONCLUSÕES

A exposição à luz natural cedo pela manhã não teve efeito sobre o CVS, a sonolência diurna e o desempenho psicomotor de adolescentes no início do ano letivo.

Os adolescentes do grupo controle e do experimental passaram a dormir mais doze semanas após o início do ano escolar do que quando comparados ao início do mesmo, sugerindo um efeito da variação das condições ambientais, como do fotoperíodo e/ou da rotina escolar.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKERSTEDT, T. & GILLBERG, M. **Subjective and objective sleepiness in the active individual.** *Int. J. Neurosci.*, 52(1-2): 29-37, 1990.

AKERSTEDT, T.; PETERS, B.; ANUND, A.; KECKLUND, G. **Impaired alertness and performance driving home from the night shift: a driving simulator study.** *J. Sleep Res.*, 14: 17-20, 2005.

ALLEN, R. **Social factors associated with the amount of school week sleep lag for seniors in an early starting suburban high school.** *Sleep Res.*, 21:114, 1992.

ALLOWAY, C. E.; OGILVIE, R. D.; SHAPIRO, C. M. **The alpha attenuation test: assessing excessive daytime sleepiness in narcolepsy-cataplexy.** *Sleep*, 20: 258-66, 1997.

ANDERSON, C. & HORNE, J. A. **Sleepiness enhances distraction during a monotonous task.** *Sleep*, 29(4): 573-6, 2006.

ANDRADE, M. M.; BENEDITO-SILVA, A. A.; DOMENICE, S.; ARNHOLD, J. P.; MENNA-BARRETO, L. **Sleep characteristics of adolescents: a longitudinal study.** *J. Adolesc. Health*, 14(5): 401-6, 1993.

ANDRADE, M. M.; MENNA-BARRETO, L.; LOUZADA, F. **Ontogênese da ritmicidade biológica.** In: Marques N e Menna-Barreto L (eds.) *Cronobiologia – Princípios e Aplicações*, EDUSP, São Paulo, 1997.

ARAKAWA, M.; TAIRA, K.; TANAKA, H.; Yamakawa, K.; Toguchi, H.; Kadekaru, H.; Yamamoto, Y.; Uezu, E.; Shirakawa, S. **A survey of Junior high school students' sleep habit and life style in Okinawa.** *Psychiatry Clin. Neurosci.*, 55: 211-12, 2001.

ARONEN, E. T.; PAAVONEN, E. J.; FJALLBERG, M.; SOININEN, M.; TORRONEN, J. **Sleep and psychiatric symptoms in school-aged children.** *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry*, 39 (4): 502-8, 2000.

BARROS, A. J. D. & VICTORA, C. G. **Indicador econômico para o Brasil baseado no censo demográfico de 2000.** *Revista Saúde Pública*, 39(4): 523-9, 2005.

BASSETTI, C. & GUGGER, M. **Hypersomnia: etiology, clinic, diagnosis and therapy of excessive sleepiness.** *Ther Umsch., German*, 57(7): 421-9, 2000.

BENNETT, M. L.; CAROLINE, E.; ROSE, C. **Sustained attention and unintentional injury among preschool-aged children.** *Child Neuropsychol.*, 7(2): 72-83, 2001.

BLATTER, K.; GRAW, P.; MUNCH, M.; KNOBLAUCH, V.; WIRZ-JUSTICE, A.; CAJOCHEN, C. **Gender and age differences in psychomotor vigilance performance under differential sleep pressure conditions.** *Behav. Brain Res.*, 168: 312–7, 2006.

BOIVIN, D. B.; DUFFY, J. F.; KRONAUER, R. E.; CZEISLER, C. A. **Dose-response relationships for resetting of human circadian clock by light.** *Nature*, 379 (6565): 540-2, 1996.

[BOIVIN, D. B.](#) & [CZEISLER, C. A.](#) **Resetting of circadian melatonin and cortisol rhythms in humans by ordinary room light.** *Neuroreport*, 30; 9(5): 779-82, 1998.

BOOTZIN, R. R. & STEVENS, S. J. **Adolescents, substance abuse, and the treatment of insomnia and daytime sleepiness.** *Clin. Psychol. Rev.*, 25(5): 629-44, 2005.

BORBELY, A. A. **A two process model of sleep regulation.** *Hum. Neurobiol.*, 1:195-204, 1982.

BORN, J. & GAIS, S. **Roles of early and late nocturnal sleep for the consolidation of human memories.** In: *Sleep and brain plasticity.* Maquet P, Smith, C.; Stickgold, R. (eds.), pp: 65–85. New York: Oxford UP, 2003.

BROWN, F. C. & BUBOLTZ, W. C. **Applying Sleep Research to University Students: Recommendations for Developing a Student Education Program.** *Journal College Student Development*, 43 (3): 411-15, 2002.

BULCK, J. V. **Television viewing, computer game playing, and internet use and self-reported time to bed and time out of bed in secondary-school children.** *Sleep*, 27(1): 101-104, 2004.

BUMBEER, J. A. **Avaliação da sonolência diurna: comparação entre dois instrumentos.** Trabalho de monografia, Departamento de Fisiologia, UFPR, 2007.

CARSKADON, M. A. & DEMENT, W. C. **The Multiple Sleep Latency Test: What does it measure?** *Sleep*, 5: 67-72, 1982.

CARSKADON, M. A. & DAVIS, S. S. **Sleep-wake patterns in the high-school-to-college transition: preliminary data.** *Sleep Res.*, 18:113, 1989.

CARSKADON, M. A. **Patterns of sleep and sleepiness in adolescents.** *Pediatrician*, 17: 5-12, 1990.

CARSKADON, M. A.; VIEIRA, C.; ACEBO, C. **Association between puberty and delayed phase preference.** *Sleep*, 16: 258-62, 1993.

CARSKADON, M. A.; ACEBO, C.; RICHARDSON, G. S.; TATE, B. A.; SEIFER, R. **An approach to studying circadian rhythms of adolescent humans.** J. Biol. Rhythms, 12: 278-89, 1997.

CARSKADON, M. A.; WOLFSON, A. R.; ACEBO, C.; TZISCHINSKI, O.; SEIFER, R. **Adolescent sleep patterns, circadian timing and sleepiness at a transition to early school days.** Sleep, 21 (8): 871-81, 1998.

CARSKADON, M. A. **When worlds collide: Adolescent need for sleep versus societal demands.** In: WAHLSTROM, K. (Ed.) Adolescent Sleep Needs and School Starting Times. Phi delta Kappa, pp. 11-28. 1999.

CARSKADON, M. A.; ACEBO, C.; SEIFER, R. **Extended nights, sleep loss and recovery sleep in adolescents.** 139: 301-312, 2001.

CARSKADON, M. A.; ACEBO, C.; JENNI, O. G. **Regulation of adolescent sleep: implications for behavior.** Ann. NY. Acad. Sci., 1021: 276-91, 2004.

CASAGRANDE, M.; VIOLANI, C.; CURCIO, G.; BERTINI, M. **Assessing vigilance through a brief pencil and paper letter cancellation task (LCT): effects of one night of sleep deprivation and of the time of day.** Ergonomics, 40: 613-30, 1997.

CASTRUCCI, A. M. L.; PANDA, S.; SATO, T. K.; DEGRIP, W. J.; HOGENESCH, J. B.; PROVENCIO, I.; KAY, S. A. **Melanopsin (Opn 4) is required for circadian phase shifting under low light conditions.** Science, 298: 2213-2216, 2002.

CHEN, M. Y.; WANG, E. K.; JENG, Y. J. **Adequate sleep among adolescents is positively associated with health status and health-related behaviors.** BCM Public Health, 6: 59-66, 2006.

CHERVIN, R. D.; ALDRICH, M. S.; PICKETT, R.; GUILLEMINAULT, C. **Comparison of the results of the Epworth Sleepiness Scale and the Multiple Sleep Latency Test.** J. Psychosom. Res., 42 (2): 145-55, 1997.

CLODORE, M.; FORET, J.; BENOIT, O. **Psychophysiological effects of early morning bright light exposure in young adults.** Psychoneuroendocrinology, 15: 193-205, 1990.

CORTESI, F.; GIANNOTTI, F.; SEBASTIANI, T.; BRUNI, O.; OTAVIANO, S. **Knowledge of sleep in Italian high school students: pilot-test of a school-based sleep educational program.** Journal of Adolescent Health, 34: 344-51, 2004.

CULEBRAS, A. **Primary Hypersomnias.** Clinical Handbook of Sleep Disorders, Butterworth-Heinemann, Boston, 1996.

CURCIO, G.; FERRARA, M.; GENARO, L. D. **Sleep loss, learning capacity and academic performance.** Elsevier, 10: 1-14, 2005.

CZEISLER, C. A.; JOHNSON, M. P.; DUFFY, J. F.; BROWN, E. N.; RONDA, J. M.; KRONAUER, R. E. **Exposure to bright light and darkness to treat physiologic maladaptation to night work.** New England Journal of Medicine, 322: 1253 –59, 1990.

CZEISLER, C. A. **The effect of light on the human circadian pacemaker.** Ciba Foundation Symposium, 183: 254 –90; discussion 290 –302, 1995.

DAAN, S.; BEERSMA, D. G.; BORBÉLY, A. A. **Timing of human sleep: recovery process gated by a circadian pacemaker.** Am J Physiol., 246(2 Pt 2):161-83, 1984.

DAHL, R. E. & CARSKADON, M. A. **Sleep and its disorders in adolescence.** In: Principles and practice of sleep medicine in the child. Ferber, R. & Kryger, M.H. (eds.). Saunders Company: USA, 1995.

DAHL, R. E. **The impact of inadequate sleep on children's daytime cognitive function.** Semin. Pediatr. Neurol., 3: 44-50, 1996.

DINGES, D. F. & POWELL, J. W. **Microcomputer analyses of performance on a portable, simple RT task during sustained operations.** Behav. Res. Meth. Instr. Comput., 17:652-868, 1985.

DINGES, D. F.; PACK, F.; WILLIAMS, K.; GILLEN, K. A.; POWELL, J. W.; OTT, G. E. **Cumulative sleepiness, mood disturbance and psychomotor vigilance performance decrements during a week of sleep restricted to 4-5 hours per night.** Sleep, 20: 267, 1997.

DRUMMOND, S. P. A.; BISCHOFF- GRETHE, A.; DINGES, D. F.; AYALON, L.; MEDNICK, S.; MELOY, M. J. **The neural basis of the Psychomotor Vigilance Task.** Sleep, 28 (9): 1059-68, 2005.

DUFFY, J. F.; KRONAUER, R. E.; CZEISLER, C. A. **Phase-shifting human circadian rhythms: influence of sleep timing, social contact and light exposure.** J. of Physiology, 495 (Parte 1): 289-97, 1996.

DUFFY, J. F. & WRIGHT, K. P. Jr. **Entrainment of the human circadian system by light.** J. Biol. Rhythms, 20 (4): 326- 38, 2005.

EPSTEIN, R.; CHILLAG, N.; LAVIE, P. **Starting times of school: effects on daytime functioning of fifth-grade children in Israel.** Sleep, 21(3): 250-56, 1998.

FOLSTEIN, M. F. & LURIA, R. **Reliability, validity, and clinical application of the Visual Analogue Mood Scale.** Psychophysiology, 3: 479- 86, 1973.

FREY, D.; BADIA, P.; WRIGHT JR, K. **Inter- and intra-individual variability in performance near the circadian nadir during sleep deprivation.** J. Sleep Res., 13: 305–15, 2004.



GAU, S. F. & SOONG, W. T. **Sleep problems of junior high school students in Taipei.** *Sleep*, 18 (8): 667-73, 1995.

GAU, S. F. & SOONG, W. T. **The transition of sleep-wake patterns in early adolescence.** *Sleep*, 26: 449-54, 2003.

GIANNOTTI, F.; CORTESI, F.; OTTAVIANO, S. **Sleep pattern, daytime functioning and school performance in adolescence.** *Anais*, 11th APSS Annual Meeting, San Francisco, p.378, 1997.

GIANNOTTI, F.; CORTESI, F.; SEBASTIANI, T.; OTTAVIANO S. **Circadian preference, sleep and daytime behaviour in adolescence.** *J. Sleep Res.*, 11:191-99, 2002.

GIBSON, E. S.; POWLES, A. C. P.; THABANE, L.; O'BRIEN, S.; MOLNAR, D. S.; TRAJANOVIC, N.; OGILVIE, R.; SHAPIRO, C.; YAN, M.; CHILCOT-TANSER, L. **"Sleepiness" is serious in adolescence: Two surveys of 3235 Canadian students.** *BCM Public Health*, 6: 116-24, 2006.

GILLBERG, M.; KECKKLUND, G.; AKERSTEDT, T. **Relations between performance and subjective ratings of sleepiness during a night awake.** *Sleep*, 17 (3): 236-41, 1994.

GORDIJN, M. C. M.; BEERSMA, D. G. M.; KORTE, H. J.; VAN DEN HOOFDACKER, R. H. **Effects of light exposure and sleep displacement on dim light melatonin onset.** *J. Sleep Res.*, 8: 163-74, 1999.

GRAY, E. K. & WATSON, D. **General and specific traits of personalit and their relation to sleep and academic performance.** *J. Pers*, 70: 177-206, 2002.

GRAW, P.; KRAUCHI, K.; KNOBLAUCH, V.; WIRZ-JUSTICE, A.; CAJOCHEN, C. **Circadian and wake-dependent modulation of fastest and slowest reaction times during the psychomotor vigilance task.** *Physiology & Behavior*, 80: 695-701, 2004.

HANSEN, M.; JANSSEN, I.; SCHIFF, A.; ZEE, P.C.; Dubocovich, M.L. **The impact of school daily schedule on adolescent sleep.** *Pediatrics*, 115(6):1555-61, 2005.

HARRIS, R. E.; JETER, J.; CHAN, P.; HIGGINS, P.; KONG, F. M.; FAZEL, R.; BRAMSON, C.; GILLESPIE, B. **Using acupressure to modify alertness in the classroom: a single-blinded, randomized, cross-over trial.** *J. Altern. Complement Med.*, 11 (4): 673- 9, 2005.

HODDES, E.; ZARCONE, V.; SMYTHE, H.; PHILLIPS, R.; DEMENT, W. C. **Quantification of sleepiness: a new approach.** *Psychophysiology*, 10: 431- 36, 1973.

HONMA, K. & HONMA, S. **A human phase-response curve for bright light pulses.** *Jap. J. Psychiat. Neurol.*, 42:167-68, 1988.

HONMA, K.; HONMA, S.; NAKAMURA, K.; SASAKI, M.; ENDO, T.; TAKAHASHI, T. **Differential effects of bright light and social cues on reentrainment of human circadian rhythms.** Am. J. Physiol., 268 (2 Pt 2):528-35, 1995.

HORNE, J. A. & BAULK, S. D. **Awareness of sleepiness when driving.** Psychophysiology, 41: 161-65, 2004.

HUGHES, R. G. & ROGERS, A. E. **First, do no harm. Are you tired? Sleep deprivation compromises nurses' health and jeopardizes patients.** Am. J. Nurs., 104: 36-38, 2004.

JEAN-LOUIS, G.; KRIPKE, D. F.; ANCOLI-ISRAEL, S. **Sleep and quality of well-being.** Sleep, 23: 116-21, 2000.

JENNI, O. G.; ACHERMANN, P.; CARSKADON, M. A. **Homeostatic sleep regulation in adolescents.** Sleep, 28(11): 1446-54, 2005.

JEWETT, M. E.; KRONAUER, R. E.; CZEISLER, C. A. **Light-induced suppression of endogenous circadian amplitude in humans.** Nature, 350: 59-62, 1991.

JEWETT, M. E.; DIJK, D. J.; KRONAUER, R. E.; DINGES, D. F. **Dose-response relationship between sleep duration and human psychomotor vigilance and subjective alertness.** Sleep, 22: 1-9, 1999.

JOHNS, M. & HOCKING, B. **Excessive Daytime Sleepiness. Daytime Sleepiness and Sleep Habits of Australian Workers.** Sleep, 20(10): 844-49, 1997.

JOHNSON, L. C.; FREEMAN, C. R.; SPINWEBER, C. L.; GOMEZ, S. A. **Subjective and Objective Measures of Sleepiness: Effect of Benzodiazepine and Caffeine on Their Relationship.** Psychophysiology, 28: 65-71, 1991.

JOHNSON, E. O.; BRESLAU, N.; ROTH, T.; ROEHRS, T.; ROSENTHAL, L. **Psychometric Evaluation of Daytime Sleepiness and Nocturnal Sleep Onset Scales in a Representative Community Sample.** Biol. Psychiatry, 45(6): 764-70, 1999.

KAHN, A.; FRANCO, P.; GROSWASSER, J.; SCAILLEC, S.; KELAMNISON, I.; KATO, I. **Noise exposure from various sources: sleep disturbance, dose-effect relationship on children.** World Health Organization (WHO), [http://www.euro.who.int/document/E84683\\_2.pdf](http://www.euro.who.int/document/E84683_2.pdf), 2002.

KAIDA, K.; TAKAHASHI, M.; HARATANI, T.; OTSUKA, Y.; FUKASAWA, K.; NATAKA, A. **Indoor exposure to natural bright light prevents afternoon sleepiness.** Sleep, 29 (4): 462-69, 2006(a).

KAIDA, K.; TAKAHASHI, M.; AKERSTEDT, T.; NAKATA, A.; YASUMASA OTSUKA, Y.; HARATANI, T.; FUKASAWA, K. **Validation of the Karolinska sleepiness scale against performance and EEG variables.** *Clinical Neurophysiology*, 117: 1574–1581, 2006(b).

KLEITMAN, N. **The hygiene of sleep and wakefulness.** Em: Sleep and wakefulness. The University of Chicago Press., cap.30: 305- 20, 1987.

KLERMAN, E. B.; DIJK, D. J.; KRONAUER, R. E.; CZEISLER, C. A. **Simulations of light effects on the human circadian pacemaker: implications for assessment of intrinsic period.** *Am. J. Physiol.*, 270 (1 Pt 2): 271- 82, 1996.

KRIBBS, N. B.; PACK, A. I.; DINGES, D. F. **Modification of physiological sleep tendency with a prior performance task.** *Sleep Res.*, 23:129, 1994.

KUBOW, P. K.; WAHLSTROM, K. L.; BEMIS, A. E. **Starting time and school life: reflections from educators and students.** In: WAHLSTROM, K. (Ed.) *Adolescent Sleep Needs and School Starting Times.* Phi. delta Kappa, pp. 61-78, 1999.

LABERGE, L.; CARRIER, J.; LESPERANCE, P.; LAMBERT, C.; VITARO, F.; TREMBLAY, R. E.; MONTPLAISIR, J. **Sleep and circadian phase characteristics of adolescents and young adults males in a naturalistic summertime condition.** *Chronobiol. Int.*, 17: 489-501, 2000.

LABERGE, L.; PETIT, D.; SIMARD, C.; VITARO, F.; TREMBLAY, R. E.; MONTPLAISIR, J. **Development of sleep patterns in early adolescence.** *J. Sleep Res.*, 10: 59-67, 2001.

LACK, L. C. & WRIGHT, H. R. **Treating chronobiological components of chronic insomnia.** *Sleep Med.*, 8 (6): 637- 44, 2007.

LARSON, R. **Implications for policy and practice: getting adolescents, families, and communities in sync.** In: CROUTER, A.C.; LARSON, R. (Eds.) *New Directions for Child and Adolescent Development*, 82: 83-89, 1999.

LAVIE, P. **The Enchanted World of Sleep.** Yale University Press, New Haven, pp.: 270, 1996.

LAVOIE, S.; PAQUET, J.; SELMAOUI, B.; RUFIANGE, M.; DUMONT, M. **Vigilance levels during and after bright light exposure in the first half of the night.** *Chronobiol Int.*, 20 (6): 1019-38, 2003.

LEVY, D.; GRAY-DONALD, K.; LEECH, J.; INTAZVAGULIS, B. A.; PLESS, I. B. **Sleep Patterns and Problems in Adolescents.** *J. Adolesc. Health Care*, 7: 386-89, 1986.

- LIMA, P. F.; MEDEIROS, A. L. D.; ARAÚJO, J. F. **Sleep-wake pattern of medical students: early versus late class starting time.** Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 35: 1373-77, 2002.
- LINK, S. C. & ANCOLI-ISRAEL, S. **Sleep and the teenager.** Sleep Res., 24: 184, 1995.
- LOCKLEY, S. W.; BRAINARD, G. C.; CZEISLER, C. A. **High sensitivity of the human circadian melatonin rhythm to resetting by short wavelength light.** J. Clin. Endocrinol. Metab., 88 (9): 4502-5, 2003.
- LOCKLEY, S. W.; EVANS, E. E.; SCHEER, F. A.; BRAINARD, G. C.; CZEISLER, C. A.; AESCHBACH, D. **Short-wavelength sensitivity for the direct effects of light on alertness, vigilance, and the waking electroencephalogram in humans.** Sleep, 29 (2): 161-8, 2006.
- LOH, S.; LAMOND, N.; JILL, D.; ROACH, G. **The validity of psychomotor vigilance tasks of less than 10-minute duration.** Behav. Res. Methods Instrum. Comput, 36 (2): 339-46, 2004.
- LOUZADA, F.; ORSONI, A.; MELLO, L.; BENEDITO-SILVA, A. A.; MENNA-BARRETO, L. **A longitudinal study of the sleep-wake cycle in children living in the same school schedules.** Biol. Rhythm Res., 27(3): 390-97, 1996.
- LOUZADA, F. M. **Um estudo sobre a expressão da ritmicidade biológica em diferentes contextos socioculturais: o ciclo vigília/sono de adolescentes.** Tese (Doutorado) – Instituto de Psicobiologia, USP, São Paulo, 2000.
- MACGREGOR, I. D. M. & BALDING, J. W. **Bedtimes and family size in English school children.** Annals Hum. Biol., 15(6): 435-41, 1988.
- MANTZ, J.; MUZET, A. & WINTER, A. S. **The characteristics of sleep-wake rhythm in adolescent age 16-20 years: a survey made at school during ten consecutive days.** Archives Pediatrice, 258-82, 2000.
- MEIJER, A. M.; HABEKOTHÉ, H. T.; VAN DEN WITTENBOER, G. L. H. **Time in bed, quality of sleep and school functioning of children.** Journal Sleep Res. 9: 145-153, 2000.
- MINDELL, J. A.; OWENS, J. A.; CARSKADON, M. A. **Developmental features of sleep.** Child. Adolesc. Psychiatr. Clin. N. Am., 8: 695-725, 1999.
- MINORS, D. S.; WATERHOUSE, J. M.; WIRZ-JUSTICE, A. **A human phase-response curve to light.** Neuroscience Letters, 133: 36-40, 1991.
- MISTLBERGER, E. R. & SKENE, D. J. **Social influences on mammalian circadian rhythms: animal and human studies.** Biol. Rev., 79: 553-56, 2004.

MONK, T. H.; REYNOLDS, C. F.; BUYASSE, D. J.; DeGRAZIA, J. M.; KUPFER, D. J. **The relationship between lifestyle regularity and subjective sleep quality.** Chronob. Intern., 20(1): 97-107, 2003.

MOORE-EDE, M. C. **The clocks that time us: Physiology of the circadian timing system.** Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1982.

NATIONAL SLEEP FOUNDATION. **Adolescent Sleep Needs and Patterns.** pp. 1-26, 2000.

OTTO, D. A.; SKALIK, I.; HOUSE, D. E.; HUDNELL, H. K. **Neurobehavioral Evaluation System (NES): comparative performance of 2nd-, 4th-, and 8th-grade Czech children.** Neurotoxicol. Teratol., 18 (4): 421-8, 1996.

PARASURAMAN, R.; NESTOR, P.; GREENWOOD, P. **Sustained-attention capacity in young and older adults.** Psychol. Aging, 4: 339-453, 1989.

PATTEN, C. A.; CHOI, W. S.; CALLIN, J. C.; PIERCE, J. P. **Depressive symptoms and cigarette smoking predict development and persistence of sleep problems in US adolescents.** Pediatrics, 2: 106, 2000.

PAULEY, S. M. **Lighting for the human circadian clock: recent research indicates that lighting has become a public health issue.** Elsevier, 63: 588-96, 2004.

PETTA, D.; CARSKADON, M.A.; DEMENT, W. **Sleep Habits in Children aged 7-13 years.** Sleep Res., 13:86, 1984.

PÉVET, P.; JACOB, N.; LAKHDAR-GHAZAL, N.; VUILLEZ, P. **How do the suprachiasmatic nuclei of the hypothalamus integrate photoperiodic information?** Biology of the Cell, 89: 569-577, 1997.

PHIPPS-NELSON, J.; REDMAN, J.R.; DIJK, D. J.; RAJARATNAM, S. M. **Daytime exposure to bright light, as compared to dim light, decreases sleepiness and improves psychomotor vigilance performance.** Sleep, 26 (6): 695-700, 2003.

PILCHER, J. J. & HUFFCUT, A. I. **Effects of sleep deprivation on performance: a meta analysis.** Sleep, 19: 318-26, 1996.

PILCHER, J. J.; GINTER, D. R.; SADOWSKY, B. **Sleep quality versus sleep quantity: relationships between sleep and measures of health, well-being and sleepiness in college students.** J. Psychosom. Res., 42: 583-96, 1997.

PILCHER, J. & OTTO, E. S. **The relationship between sleep and measures of health and well-being in sleep college students: a repeated measures approach.** Behav. Med., 23: 1, 1998.

- PIVIK, R. T. **The several qualities of sleepiness: psychophysiological considerations.** In: T.H. Monk, Sleep, sleepiness and performance. Chichester, John Wiley & Sons, p.3-37, 1991.
- RANDAZZO, A. C.; MOEHLBACH, M. J.; SCHUWEITZER, P. K.; WALSH, J. K. **Cognitive function following acute sleep restriction in children ages.** Sleep, 21: 861-68, 1998.
- REID, A.; MALDONADO, C. C.; BAKER, F. C. **Sleep behavior of South African adolescents.** Sleep, 25(4):423-27, 2002.
- REPPERT, S. M. & WEAVER, D. R. **Coordination of circadian timing in mammals.** Nature, 418(29): 935-41, 2002.
- RIBEIRO, S. & NICOLELIS, M. A. **Reverberation, storage, and postsynaptic propagation of memories during sleep.** Learn. Mem, 11(6): 686-96, 2004.
- ROEHRS, T. & ROTH, T. **Multiple Sleep Latency Test: technical aspects and normal values.** J. Clin. Neurophysiol., 9: 63- 67, 1992.
- ROENNEBERG, T.; KUEHNLE, T.; PRAMSTALLER, P. P.; RICKEN, J.; HAVEL, M.; GUTH, A.; MERROW, M. **A marker of the end of adolescence.** Current Biology, 14 (24): 38-39, 2005.
- ROENNEBERG, T.; JAIRAJ KUMAR, C.; MERROW, M. **The human circadian clock entrains to sun time.** Curr. Biol., 17 (2): 44-5, 2007.
- ROSENTHAL, L.; MERLOTTI, L.; ROEHRS, T. A.; ROTH, T. **Enforced 24-hour recovery following sleep deprivation.** Sleep, 14 (5): 448-53, 1991.
- ROTH, T. & ANCOLI-ISRAEL, S. **Daytime consequences and correlates of insomnia in the United States: Results of the 1991 National Sleep Foundation survey II.** Sleep, 22 (Suppl.2): 354-58, 1999.
- RUFIANGE, M.; BEAULIEU, C.; LACHAPELLE, P.; DUMONT, M. **Circadian light sensitivity and rate of retinal dark adaptation in indoor and outdoor workers.** J. Biol. Rhythms, 22 (5): 454-7, 2007.
- SADEH, A.; GRUBER, R.; RAVIV, A. **The effects of sleep restriction and extension on school-age children: what a difference an hour makes.** Child development, 74 (2): 444-55, 2003.
- SAMKOVA, L.; VONDRASOVA, D.; HAJEK, I.; ILLNEROVA, H. **A fixed morning awakening coupled with a low intensity light maintains a phase advance of the human circadian system.** Neurosci. Lett., 224: 21-24, 1997.



SHIN, C.; KIM, J.; LEE, S.; AHN, Y.; JOO, S. **Sleep habits, excessive daytime sleepiness and school performance in high school students.** Psychiatry and Clinical Neurosciences, 57: 451-53, 2003.

SMITH, K. A.; SCHOEN, M. W.; CZEISLER, C. A. **Adaptation of Human Pineal Melatonin Suppression by Recent Photic History.** The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 89 (7): 3610– 3614, 2004.

SMITH, S. & TRINDER, J. **Morning sunlight can phase advance the circadian rhythm of young adults.** Sleep and Biological Rhythms, 3: 39-41, 2005.

SOUZA, J. C. R. P. & GUIMARÃES, L. A. M. **Insônia e Qualidade de Vida.** Editora UCDB, Campo Grande, 1999.

STEPHAN, F. & ZUCKER, I. **Circadian rhythms in drinking behavior and locomotor activity of rats are eliminated by hypothalamic lesions.** Proceedings of the National Academy of Science, USA, 69:1583-1586, 1972.

STICKGOLD, R.; FOSSE, R.; WALKER, M. P. **Linking brain and behavior in sleep-dependent learning and memory consolidation.** PNAS, 99 (26): 16519–16521, 2002.

TEIXEIRA, L. R.; FISCHER, F. M.; ANDRADE, M. M. M.; LOUZADA, F. M.; NAGAI, R. **Sleep Patterns of Day-Working, Evening High-Schooled Adolescents of São Paulo, Brazil.** Chronobiology International, 21 (2): 239 – 252, 2004 (a).

TEIXEIRA, L. R.; FISCHER, F. M.; NAGAI, R.; TURTE, S. L. **Teen at Work: The Burden of a Double Shift on Daily Activities.** Chronobiology International, 21 (6): 845 – 858, 2004 (b).

TEIXEIRA, L. R.; FISHER F. M.; LOWDEN, A. **Sleep deprivation of working adolescents – a hidden work hazard.** Scand J. Work Environ Health, 32 (4): 328-330, 2006.

TEIXEIRA, L. R.; LOWDEN, A.; TURTE, S. L.; NAGAI, R.; MORENO, C.; LATORRE, R. C.; OLIVEIRA, M. R. D.; FISCHER, F. M. **Sleep and Sleepiness among Working and Non-Working High School Evening Students.** Chronobiology International, 24 (1): 99 – 113, 2007.

TERMAN, M. & Terman, J. S. **Bright light therapy: side effects and benefits across the symptom spectrum.** J. Clin. Psychiatry, 60: 799-808, 1999.

THORNE, D.; JOHNSON, D.; REDMOND, D.; SING, H.; BELENKY, G. **The Walter Reed palm-held psychomotor vigilance test.** Behav. Res. Meth. Instr. Comput., 37 (1), 111-18, 2005.

THORPY, M. J.; KORMAN, E.; SPIELMAN, A. J. **Delayed Sleep Phase Syndrome in Adolescents.** J. Adolesc. Health Care, 9:22-27, 1988.

TROCKEL, M. T.; BARNES, M. D.; EGGET, D. L. **Health-related variables and academic performance among first-year college students: implications for sleep and other behaviors.** *J. Am. Coll. Health*, 49 (3): 125-31, 2000.

TUUNAINEN, A. & KRIPKE, D. F. Endo T: **Light Therapy for Non-Seasonal Depression (Cochrane Review).** The Cochrane Library, 2004.

VALDEZ, P.; RAMIREZ, C.; GARCIA, A. **Delaying and Extending Sleep During Weekend: Sleep Recovery or Circadian Effect?** *Chronobiol. Int.*, 13(3):191-98, 1996.

VAN DONGEN, H. P.; MAISLIN, G.; MULLINGTON, J. M.; DINGES, D. F. **The cumulative cost of additional wakefulness: dose-response effects on neurobehavioral functions and sleep physiology from chronic sleep restriction and total sleep deprivation.** *Sleep*, 15; 26 (2):117-26, 2003. Erratum in: *Sleep*, Jun 15; 27 (4): 600, 2003.

VANDEWALLE, G.; BALTEAU, E.; PHILLIPS, C.; DEGUELDRE, C.; MOREAU, V.; STERPENICH, V.; ALBOUY, G.; DARSAUD, A.; DESSEILLES, M.; DANG-VU, T. T.; PEIGNEUX, P.; LUXEN, A.; DIJK, D. J.; MAQUET, P. **Daytime light exposure dynamically enhances brain responses.** *Current Biology*, 16: 1616-21, 2006.

VENKER, C.; GOODWIN, J.; ROE, D.; KAEMINGK, K.; MULVANEY, S.; QUAN, S. **Normative psychomotor vigilance task performance in children ages 6 to 11—the Tucson Children’s Assessment of Sleep Apnea (TuCASA).** *Sleep Breath*, 28, 2007.

VGONTZAS, A. N. & KALES, A. **Sleep and its Disorders.** *Annu. Rev. Med.*, 50: 387-400, 1999.

WAHLSTROM, K. L. **The prickly politics of school starting times.** In: WAHLSTROM, K. (Ed.) *Adolescent Sleep Needs and School Starting Times.* Phi. delta Kappa, pp. 3-10, 1999.

WAHLSTROM, K. L. **Accommodating the Sleep Patterns of adolescent within current educational structures: an uncharted path.** In: CARSKADON, M. (Ed.) *Adolescent sleep patterns.* Cambridge University Press, pp. 172- 97, 2002.

WHITE, L., HAHN, P. M.; MITLER, M. M. **Sleep questionnaire in adolescents.** *Sleep Res.*, 9: 108, 1980.

WILKINSON, R. & HOUGHTON, D. **Field test of arousal: a portable reaction timer with data storage.** *Hum. Factors*, 24(4): 487-93, 1982.

WOLFSON, A. R. & CARSKADON, M. A. **Early school start times and daytime functioning in adolescents.** *Sleep Res.*, 25: 117, 1996.



WOLFSON, A. R. & CARSKADON, M. A. **Sleep schedules and daytime functioning in adolescents.** Child Development, 69: 875-87, 1998.

WOLFSON, A. R. & CARSKADON, M. A. **Adolescents' sleep patterns and school performance: a critical appraisal.** Sleep Med. Rev, 7: 491-506, 2003.

WRIGHT, K. P.; HULL, J. T.; CZEISLER, C. A. **Relationship between alertness, performance, and body temperature in humans.** Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol., 283 (6): 1370- 77, 2002.

WROBEL, G. D. **The impact of school starting time on family life.** In: WAHLSTROM, K. (Ed.) Adolescent Sleep Needs and School Starting Times. Phi delta Kappa, pp. 45-60, 1999.

WYATT, J.; DIJK, D.; RONDA, J.; JEWETT, M.; POWELL, J.; DINGES, D.; et al. **Interaction of circadian- and sleep/wake homeostatic-processes modulate psychomotor vigilance test (PVT) performance.** Sleep Res., 26: 759, 1997.

YANG, C. M.; LIN, F. W.; SPIELMAN, A. J. **A standard procedure enhances the correlation between subjective and objective measures of sleepiness.** Sleep, 27 (2): 329-32, 2004.

YANG, C. K.; JUNG, K. K.; PATEL, S. R.; LEE, J. H. **Age-related changes in sleep-wake patterns among Korean teenagers.** Pediatrics, 115: 250- 56, 2005.

## 8 APÊNDICES

### APÊNDICE 1 – RESPOSTAS (VARIÁVEIS DEPENDENTES) OBTIDAS

<b>Variável</b>	<b>Tipo</b>	<b>Definição</b>	<b>Unidade</b>
Horário de dormir durante a semana	Quantitativa	Média do horário de dormir dos sete dias da semana	Tempo em horas
Horário de dormir nos dias letivos	Quantitativa	Média do horário de dormir dos cinco dias letivos	Tempo em horas
Horário de dormir no final de semana	Quantitativa	Média do horário de dormir dos dois dias do final de semana	Tempo em horas
Horário de acordar durante a semana	Quantitativa	Média do horário de acordar dos sete dias da semana	Tempo em horas
Horário de acordar nos dias letivos	Quantitativa	Média do horário de acordar dos cinco dias letivos	Tempo em horas
Horário de acordar no final de semana	Quantitativa	Média do horário de acordar dos dois dias do final de semana	Tempo em horas
Tempo na cama durante a semana	Quantitativa	Média da duração do sono dos sete dias da semana	Tempo em minutos
Tempo na cama nos dias letivos	Quantitativa	Média da duração do sono dos cinco dias letivos	Tempo em minutos
Tempo na cama no final de semana	Quantitativa	Média da duração do sono dos dois dias do final de semana	Tempo em minutos
Sonolência subjetiva no primeiro momento	Quantitativa	Grau de sonolência estimado pelo próprio sujeito às 8h	-
Sonolência subjetiva no segundo momento	Quantitativa	Grau de sonolência estimado pelo próprio sujeito às 11h	-
TR no primeiro momento	Quantitativa	Média do tempo de reação no PVT às 8h	Tempo em milissegundos
TR no segundo momento	Quantitativa	Média do tempo de reação no PVT às 11h	Tempo em milissegundos
Antecipações no primeiro momento	Quantitativa	Média do número de antecipações no PVT às 8h	-
Antecipações no segundo momento	Quantitativa	Média do número de antecipações no PVT às 11h	-
Lapsos no primeiro momento	Quantitativa	Médias do número de lapsos no PVT às 8h	-
Lapsos no segundo momento	Quantitativa	Médias do número de lapsos no PVT às 11h	-

### APÊNDICE 3 - PADRÃO DE SONO DOS 28 ADOLESCENTES

Variáveis		Grupo controle (n= 13)			Grupo experimental (n= 15)		
		Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3
<b>Horário de dormir (h;min)</b>	Sete dias	23:25 (58,43)	23:21 (61,18)	22:51 (58,65)	23:23 (44,6)	23:24 (57,92)	23:14 (55,96)
	Dias letivos	23:18 (58,65)	23:12 (62,11)	22:43 (60,83)	23:13 (40,82)	23:17 (62,61)	23:02 (53,67)
	Final de semana	23:43 (84,54)	23:43 (75,53)	23:11 (80,32)	23:48 (71,67)	23:42 (69,4)	23:44 (80,19)
<b>Horário de acordar (h;min)</b>	Sete dias	6:54 (32,41)	7:09 (42,28)	7:12 (32,16)	7:03 (27,63)	7:07 (29,04)	7:29 (31,64)
	Dias letivos	6:05 (10,27)	6:19 (25,30)	6:20 (19,81)	6:19 (22,18)	6:34 (26,52)	6:28 (27,85)
	Final de semana	8:56 (107,12)	9:12 (124,90)	9:24 (73,94)	8:52 (71,22)	8:30 (67,53)	9:59 (77,02)
<b>Tempo na cama (min)</b>	Sete dias	449,24 (47,51)	467,48 (46,69)	500,92 (52,24)	456,17 (48,49)	463,08 (53,94)	494,87 (51,38)
	Dias letivos	448,11 (58,81)	464,4 (54,48)	494,6 (62,44)	457,61 (51,20)	463,87 (58,85)	496,27 (53,77)
	Final de semana	452,08 (76,95)	475,19 (55,66)	516,73 (57,08)	452,57 (56,75)	461,1 (86,29)	491,37 (73,08)

Os valores representam médias  $\pm$  o desvio padrão.

## 9 ANEXOS

### LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - TERMO DE APROVAÇÃO DO CONSELHO DE ÉTICA

ANEXO 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO  
SOBRE PADRÕES DE SONO E DESEMPENHO ESCOLAR EM ADOLESCENTES

ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO SOBRE HÁBITOS DE SONO

ANEXO 4 - CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA

ANEXO 5 - PONTUAÇÃO UTILIZADA PARA CADA ITEM DO QUESTIONÁRIO DE  
CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA

ANEXO 6 - ACTÍMETRO COM LUXÍMETRO

ANEXO 7 - DIÁRIO DE SONO

ANEXO 8 - COMPUTADOR DE MÃO (*PALM TOP*)

ANEXO 9 - ESCALA DE SONOLÊNCIA DE KAROLINSKA (KSS)

**ANEXO 1 - TERMO DE APROVAÇÃO DO CONSELHO DE ÉTICA**

Ministério da Educação  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
Setor de Ciências Biológicas  
Comitê Setorial de Ética em Pesquisa



Projeto: "Privação de sono na escola: avaliação do efeito de duas intervenções sobre a sonolência diurna e desempenho psicomotor de adolescentes"

Pesquisador: Prof. Dr. Fernando Mazzili Louzada

Departamento: Departamento de Fisiologia

Data de entrada no CEP-Biológicas: 01/08/2006

Registro CEP-Biológicas: 012-06

Curitiba, 09 de novembro de 2006.

Prezado Prof. Dr. Fernando Mazzili Louzada

Em relação a projeto acima citado, venho informá-lo de que este foi avaliado pelo CEP-Biológicas, estando de acordo com a Declaração de Helsinque (e suas atualizações) e com a resolução 196/96 do CNS (e resoluções complementares), tendo sido aprovado pelo comitê. Portanto, a coleta de dados pode ser iniciada a partir desta data.

Ressalto que, de acordo com a resolução 196/96 que: (a) o pesquisador deve comunicar a este comitê qualquer alteração no protocolo experimental ou no termo de consentimento (nestas circunstâncias a inclusão deve ser temporariamente suspensa até análise do CEP das modificações propostas); (b) comunicar imediatamente ao CEP qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa; (c) os dados individuais de todos os indivíduos devem ser mantidos em local seguro por cinco anos para possível auditoria; (d) apresentar relatório parcial em maio de 2007.

Contando com sua compreensão e apoio, coloco-me à disposição para maiores esclarecimentos, atenciosamente

Grato pela atenção dispensada, cordialmente,

Roberto Andreatini  
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa  
Setor de Ciências Biológicas da UFPR

## **ANEXO 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO SOBRE PADRÕES DE SONO E DESEMPENHO ESCOLAR EM ADOLESCENTES**

Pesquisador responsável: Fernando Mazzilli Louzada

Este é um convite para que seu filho participe voluntariamente de um estudo sobre os padrões de sono de adolescentes e sua influência sobre o desempenho escolar. Por favor, leia com atenção as informações abaixo antes de dar seu consentimento para que seu filho participe ou não do estudo.

### **OBJETIVO DO ESTUDO**

O presente estudo tem como objetivo principal avaliar padrões de sono em adolescentes e sua influência sobre o desempenho escolar.

### **PROCEDIMENTOS**

Se seu filho participar deste estudo, ele terá que responder a um questionário de hábitos de sono, registrar os seus hábitos de sono em caderno apropriado fornecido pelos pesquisadores durante 7 dias e utilizar um instrumento chamado actígrafo de pulso, semelhante a um relógio. Este aparelho registra os movimentos realizados pelo usuário e armazena essas informações em uma memória. Os dados armazenados são posteriormente transferidos para um computador para análise. Como a quantidade e o padrão de movimentos é diferente durante o sono e a vigília, é possível a identificação dos momentos nos quais o usuário permaneceu acordado ou dormindo.

### **RISCOS À SAÚDE**

A participação neste estudo não oferece nenhum risco à saúde de seu filho.

### **BENEFÍCIOS**

Este projeto não trará nenhum benefício direto à saúde de seu filho, mas servirá para que possamos conhecer alguns fatores que tornam os adolescentes mais sonolentos, reduzindo seu desempenho escolar. Todas as despesas necessárias para realização

da pesquisa (questionários, caderno de sono, equipamento) são de responsabilidade dos pesquisadores.

#### PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA

A participação de seu filho neste estudo é *voluntária*. Mesmo que ele decida participar, terá plena e total liberdade para desistir do estudo a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo para ele.

#### GARANTIA DE SIGILO E PRIVACIDADE

As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos pesquisadores que executam o estudo, sendo mantida a confidencialidade das informações.

#### ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS

Você e seu filho podem e devem fazer todas as perguntas que julgar necessárias antes de concordar em participar do estudo.

#### IDENTIFICAÇÃO

A identificação de seu filho será mantida confidencial. Os resultados do estudo serão publicados sem revelar a sua identidade.

#### EQUIPE DE PESQUISADORES

O pesquisador responsável pelo projeto é o Prof. Dr. Fernando Mazzilli Louzada. O pesquisador poderá ser contatado para esclarecimentos ou problemas durante a pesquisa no telefone (41) 3361-1552.

#### COMITÊ DE ÉTICA DO SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Fui informado que este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética do Setor de Ciências Biológicas e que no caso de qualquer problema ou reclamação em relação à conduta dos pesquisadores deste projeto, poderei procurar o referido Comitê, localizado na Direção do Setor de Ciências Biológicas, Centro Politécnico, Universidade Federal do Paraná.

Diante do exposto acima eu, \_\_\_\_\_, responsável pelo(a) aluno (a) \_\_\_\_\_, declaro que fui esclarecido sobre os objetivos do presente estudo e autorizo meu filho a participar do estudo. Foi-me assegurado o direito de meu filho abandonar o estudo a qualquer momento, se assim o desejar. Declaro também não possuir nenhum grau de dependência profissional ou educacional com os pesquisadores envolvidos nesse projeto (ou seja os pesquisadores desse projeto não podem me prejudicar de modo algum no trabalho ou nos estudos), não me sentindo pressionado de nenhum modo a participar dessa pesquisa.

Curitiba, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2007.

\_\_\_\_\_  
(Nome do responsável)

RG

\_\_\_\_\_  
(Nome do Pesquisador)

RG



**ANEXO 3 - QUESTIONÁRIO SOBRE HÁBITOS DE SONO**

LABORATÓRIO DE CRONOBIOLOGIA HUMANA  
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE FISIOLOGIA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

*Parte I – Dados Pessoais*

1. Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_
2. Idade: \_\_\_\_\_ anos
3. Data de nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_
4. Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino
5. Bairro onde mora: \_\_\_\_\_
6. Período: ( ) Manhã ( ) Tarde
7. Quantas pessoas moram na sua casa (incluindo você): \_\_\_\_\_
8. Quantas pessoas dormem no teu quarto (incluindo você): \_\_\_\_\_
9. Na sua casa existe rede elétrica? ( ) sim ( ) não ( ) outro: \_\_\_\_\_
10. Na sua casa você assiste televisão? ( ) sim ( ) não
11. Na sua casa tem telefone fixo? ( ) sim ( ) não
12. Na sua casa você tem acesso à *Internet*? ( ) sim ( ) não
13. Como você vem para a escola? ( ) ônibus ( ) carro ( ) bicicleta ( ) a pé ( ) outro: \_\_\_\_\_
14. Você trabalha? ( ) sim ( ) não Quantas horas por dia? \_\_\_\_\_
15. Quanto tempo você leva para vir para a escola? \_\_\_\_\_
16. Quanto tempo você leva para voltar para casa? \_\_\_\_\_
17. Você mudou de casa nos últimos 3 meses? ( ) Sim ( ) Não

*Parte II – Dados sobre seu sono*

1. Quando você tem aula no dia seguinte, a que horas você costuma dormir? \_\_\_\_\_
2. Quando você **não** tem aula no dia seguinte, a que horas você costuma dormir? \_\_\_\_
3. Em dias de aula, a que horas você costuma acordar? \_\_\_\_\_
4. Em dias de aula, como você costuma acordar?  
( ) acordo sozinho ( ) alguém me acorda ( ) uso o despertador
5. Em dias que você **não** tem aula, a que horas você costuma acordar? \_\_\_\_\_
6. Em dias que você **não** tem aula, como você costuma acordar?  
( ) acordo sozinho ( ) alguém me acorda ( ) uso o despertador
7. Você tem o hábito de tirar a sesta (cochilar durante o dia)?  
( ) Nunca ( ) Às vezes ( ) Sempre
8. Quando você dorme, você costuma:  
roncar? ( ) Nunca ( ) Às vezes ( ) Sempre  
mexer as pernas? ( ) Nunca ( ) Às vezes ( ) Sempre  
falar dormindo? ( ) Nunca ( ) Às vezes ( ) Sempre  
andar dormindo? ( ) Nunca ( ) Às vezes ( ) Sempre
9. Você costuma sentir sono quando está na escola?  
( ) Nunca ( ) Às vezes ( ) Sempre
10. Você sente dificuldade para pegar no sono?  
( ) Nunca ( ) Às vezes ( ) Sempre
11. Você tem algum problema de saúde?  
( ) Sim – Qual? \_\_\_\_\_  
( ) Não
12. Com relação a alguns de seus hábitos, você costuma:  
**tomar algum medicamento?** ( ) Sim ( ) Não Qual?: \_\_\_\_\_  
**beber chá?** ( ) Nunca ( ) Às vezes ( ) Sempre  
**beber café?** ( ) Nunca ( ) Às vezes ( ) Sempre  
**fumar?** ( ) Nunca ( ) Às vezes ( ) Sempre  
**beber refrigerantes?** ( ) Nunca ( ) Às vezes ( ) Sempre  
**tomar bebidas alcoólicas?** ( ) Nunca ( ) Às vezes ( ) Sempre

**ANEXO 4 - CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA**

ESCOLA: \_\_\_\_\_

VOLUNTÁRIO: \_\_\_\_\_

Posse de itens:	NÃO TEM	TEM			
		1	2	3	4 ou +
Televisão em cores					
Rádio					
Banheiro					
Automóvel					
Empregada mensalista					
Aspirador de pó					
Máquina de lavar					
Videocassete e/ou DVD					
Geladeira					
Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex)					

Grau de instrução do chefe de família: \_\_\_\_\_

**Analfabeto / Primário incompleto: 0****Primário completo / Ginásial incompleto: 1****Ginásial completo / Colegial incompleto: 2****Colegial completo / Superior incompleto: 3****Superior completo: 5**

## ANEXO 5 - PONTUAÇÃO UTILIZADA PARA CADA ITEM DO QUESTIONÁRIO DE CLASSIFICAÇÃO ECONÔMICA

### Posse de Itens

	Não tem	T E M			
		1	2	3	4 ou +
Televisão em cores	0	2	3	4	5
Rádio	0	1	2	3	4
Banheiro	0	2	3	4	4
Automóvel	0	2	4	5	5
Empregada mensalista	0	2	4	4	4
Aspirador de pó	0	1	1	1	1
Máquina de lavar	0	1	1	1	1
Videocassete e/ou DVD	0	2	2	2	2
Geladeira	0	2	2	2	2
Freezer (aparelho independente ou parte da geladeira duplex)	0	1	1	1	1

### Grau de Instrução do Chefe de Família

Analfabeto / Primário incompleto	0
Primário completo / Ginásial incompleto	1
Ginásial completo / Colegial incompleto	2
Colegial completo / Superior incompleto	3
Superior completo	5

### Cortes do Critério Brasil

Classe	PONTOS	TOTAL BRASIL (%)
A1	30-34	1
A2	25-29	5
B1	21-24	9
B2	17-20	14
C	11-16	36
D	6-10	31
E	0-5	4

## ANEXO 6 - ACTÍMETRO COM LUXÍMETRO



## ANEXO 7 - DIÁRIO DE SONO

Data: \_\_/\_\_/\_\_

Dia da Semana: \_\_\_\_\_

1. A que horas você foi deitar ontem? \_\_\_\_\_
2. Quanto tempo você acha que demorou para pegar no sono? \_\_\_\_\_
3. A que horas você acordou hoje? \_\_\_\_\_
4. Quanto tempo você acha que demorou para levantar da cama? \_\_\_\_\_
5. Como você foi acordado ?
  - Pelo despertador ( )
  - Alguém me chamou ( )
  - Sozinho ( )

### 6. Actímetro:

Hora que tirou o actímetro	Hora que colocou o actímetro

## ANEXO 8 - COMPUTADOR DE MÃO (*PALM TOP*)



**ANEXO 9 - ESCALA DE SONOLÊNCIA DE KAROLINSKA (KSS)**

**Como você está se sentindo agora?**

